

3) Bulletin 2(

# INTER-AMERICAN TROPICAL TUNA COMMISSION COMISION INTERAMERICANA DEL ATUN TROPICAL

Bulletin - Boletín  
Vol. II, No. 3



**SCHOOLING HABITS OF YELLOWFIN TUNA (*NEOTHUNNUS  
MACROPTERUS*) AND SKIPJACK (*KATSUWONUS PELAMIS*)  
IN THE EASTERN PACIFIC OCEAN AS INDICATED BY PURSE  
SEINE CATCH RECORDS, 1946-1955**

**HABITOS GREGARIOS DEL ATUN ALETA AMARILLA (*NEOTHUNNUS  
MACROPTERUS*) Y DEL BARRILETE (*KATSUWONUS PELAMIS*) EN  
EL OCEANO PACIFICO ORIENTAL, SEGUN LOS REGISTROS DE  
PESCA CON REDES DE ENCIERRE, 1946-1955**

by - por

**CRAIG J. ORANGE, MILNER B. SCHAEFER, and-y FRED M. LARMIE**

La Jolla, California

1957







# **INTER-AMERICAN TROPICAL TUNA COMMISSION COMISION INTERAMERICANA DEL ATUN TROPICAL**

Bulletin - Boletín

Vol. II, No. 3

**SCHOOLING HABITS OF YELLOWFIN TUNA (*NEOTHUNNUS  
MACROPTERUS*) AND SKIPJACK (*KATSUWONUS PELAMIS*)  
IN THE EASTERN PACIFIC OCEAN AS INDICATED BY PURSE  
SEINE CATCH RECORDS, 1946-1955**

**HABITOS GREGARIOS DEL ATUN ALETA AMARILLA (*NEOTHUNNUS  
MACROPTERUS*) Y DEL BARRILETE (*KATSUWONUS PELAMIS*) EN  
EL OCEANO PACIFICO ORIENTAL, SEGUN LOS REGISTROS DE  
PESCA CON REDES DE ENCIERRE, 1946-1955**

by - por

**CRAIG J. ORANGE, MILNER B. SCHAEFER, and-y FRED M. LARMIE**

La Jolla, California

1957

## CONTENTS — INDICE

### ENGLISH VERSION—VERSION EN INGLES

|                                                     | Page |
|-----------------------------------------------------|------|
| INTRODUCTION .....                                  | 83   |
| SOURCES OF DATA AND THEIR COMPILATION.....          | 84   |
| Logbook records .....                               | 84   |
| Statistical area system .....                       | 86   |
| SPECIES COMPOSITION OF SCHOOLS.....                 | 86   |
| Annual averages for all areas.....                  | 86   |
| Annual and geographical variations.....             | 87   |
| Some general properties of species composition..... | 90   |
| AMOUNT OF CATCH FROM SINGLE SCHOOLS.....            | 91   |
| Average catch-per-set .....                         | 92   |
| Frequency distribution of catch-per-set.....        | 93   |
| <hr/>                                               |      |
| FIGURES—ILUSTRACIONES .....                         | 94   |
| <hr/>                                               |      |
| TABLES—TABLAS .....                                 | 100  |

### SPANISH VERSION—VERSION EN ESPAÑOL

|                                                                        |     |
|------------------------------------------------------------------------|-----|
| INTRODUCCION .....                                                     | 114 |
| FUENTE DE LOS DATOS Y SU COMPILACION.....                              | 115 |
| Registros en los cuadernos de bitácora.....                            | 115 |
| Sistema estadístico de las áreas de pesca.....                         | 117 |
| COMPOSICION DE LOS CARDUMENES POR ESPECIES.....                        | 118 |
| Promedios anuales para todas las áreas.....                            | 118 |
| Variaciones anuales y geográficas.....                                 | 119 |
| Algunas propiedades generales de la composición por especies.....      | 122 |
| MONTO DE LAS PESCAS EFECTUADAS EN<br>CARDUMENES INDEPENDIENTES .....   | 124 |
| Pesca promedio por calada .....                                        | 124 |
| Distribución de las frecuencias de los montos de pesca por calada..... | 125 |
| <hr/>                                                                  |     |
| LITERATURE CITED—BIBLIOGRAFIA CITADA.....                              | 126 |



**SCHOOLING HABITS OF YELLOWFIN TUNA (*NEOTHUNNUS*  
*MACROPTERUS*) AND SKIPJACK (*KATSUWONUS PELAMIS*) IN THE  
EASTERN PACIFIC OCEAN, AS INDICATED BY PURSE  
SEINE CATCH RECORDS, 1946-1955**

by

**Craig J. Orange, Milner B. Schaefer, and Fred M. Larmie**

**INTRODUCTION**

The fishery in the Eastern Pacific Ocean for the tropical tuna is supported by two species, the yellowfin tuna (*Neothunnus macropterus*) and the skipjack (*Katsuwonus pelamis*) which occur in commercially important quantities from Baja California to Peru. Although there are some differences in the seasonal and geographical distributions of commercial concentrations of the two species, both are generally to be found in the same areas at the same seasons. The catches landed by a commercial fishing vessel from a single trip normally consist of a mixture of the two species, and often the catch made in a single day includes substantial numbers of each of them. From reports of fishermen and from observations of scientists aboard commercial vessels, it appears that not infrequently schools are encountered consisting of a mixture of the two species.

The degree of association of these tropical tuna species, that is the extent to which individual schools tend to be composed of only a single species, is of considerable interest, with regard not only to understanding the behavior patterns of these pelagic fishes, but also to devising practical fishing regulations at such time as they become necessary. It appears (Shimada and Schaefer 1956) that the yellowfin tuna are being fished at an intensity much nearer that corresponding to the maximum sustainable catch than are the skipjack. It may, therefore, become necessary to recommend regulations which will limit the catching of yellowfin without limiting the catching of skipjack.

A second matter of interest is the sizes of schools into which the tropical tunas tend to aggregate.

These aspects of the schooling habits of the yellowfin and skipjack tuna may be investigated by means of the logbook records of the catches of individual sets of the nets of purse-seine vessels. For both purposes it must be assumed that a set is made, in each case, on a single school of fish. The study of school sizes based on these data requires the additional assumption either that the entire school is captured or that each set captures a constant fraction of the school upon which it is made.



In this paper we report on the results of such investigations based on logbook records of the purse-seine fleet. We wish to express our gratitude to the masters and fishermen of these vessels for keeping and making available to us the detailed records which have made this study possible.

## SOURCES OF DATA AND THEIR COMPILATION

The method of fishing for tunas by purse seines has been well described by Scofield (1951). Essentially, it consists of laying out around a school of tuna a wall of netting, which is buoyed up at the surface by floats and kept vertical by lead weights or steel chain near the bottom edge. Along the bottom edge of the wall of netting is a cable, running through a series of steel rings. This cable acts like the drawstring of a purse, which enables the bottom of the net to be drawn together so that the fish are completely impounded. Each complete operation consisting of laying the net about a school, drawing together the bottom of the net, and subsequently brailing the captured fish aboard the vessel, is termed a "set" and the maneuver is called "setting" the net.

### Logbook records

During 1952, the staff of the Tuna Commission initiated a system of collecting data, by means of logbooks, from the masters of purse-seine vessels operating from California ports. The Commission supplies each vessel with a logbook designed for convenient recording of the results of each set. A specimen page of such a logbook is shown in Figure 1. The logbook remains the property of the master of the vessel; staff members of the Commission meet the vessel upon return to port and copy the pertinent fishing records for subsequent tabulation and analyses of various kinds.

Prior to 1952, some vessels masters had kept logbooks for their own purposes and many of them had kept records of the results of individual sets of their nets. These records were also collected and resulted in a useful quantity of data for years back to 1946, although the data from 1946 through 1951 are, naturally, from a much smaller share of the fleet than subsequently.

The excellent cooperation received from the vessel masters in keeping records since 1952, and the comparative amounts of data for earlier years, are illustrated in Table 1. In column 5 of this table is shown, for each year, the total tonnage of the tropical tunas landed by purse-seine vessels at California ports, according to the statistical records of the Tuna Commission. This constitutes the bulk of the purse-seiner catches each year, although since 1951 small quantities have been, in addition, landed at Latin American ports and transshipped to California for canning. In column 3 is shown, for each year, the total tonnage recorded in logs made available to us for study. It may be seen that, since 1952, a large share of the total catch of seiners has been covered by the logbook records. The logbook



records include some of the catches landed outside California which are not included in column 5, and this accounts for the quantity logged in 1954 being slightly in excess of the California landings.

Not all the logbook data were useable in the present analysis. Only those data were used which met the following criteria:

- (1) The total tonnage logged for the voyage agreed, within 25%, with the tonnage weighed out when unloaded. For any trip for which this did not obtain, all data for that voyage were discarded.
- (2) The catch was recorded for individual sets of the net. Occasionally the catches of several sets were recorded in the aggregate. Such data were not used.
- (3) The logbook entry for a set indicated clearly whether the catch was of only one species or a mixture of the two species. If this was not indicated, the data were not used.
- (4) The set resulted in a catch of over  $\frac{1}{4}$  ton of fish. Frequently sets are made which result in no catch, due to the school escaping from the net. If less than  $\frac{1}{4}$  ton was logged, it was regarded as a zero catch for our purposes. No zero catches are included in the studies reported on in this paper.

In column 2 of Table 1 is shown, for each year, the total tonnage of fish logged which was discarded because the above criteria were not met. In column 4 this is shown as a percentage of the total tonnage logged.

When logging catches of schools consisting of a mixture of the two species, the masters sometimes recorded the estimated weights of each of the two species, but sometimes only the total weight of the catch was logged, with a notation that it consisted of a mixture of the two species. We, therefore, have tabulated the sets, and the resulting catches, by four categories (Table 2): (1) Pure yellowfin (2) Pure skipjack (3) Mixed yellowfin and skipjack, schools of known composition (4) Mixed yellowfin and skipjack, schools of unknown composition. The last category constituted a rather large share of the mixed species schools for years up through 1951, i.e. prior to the introduction of the Commission's logbook system. After 1951, when masters were encouraged to keep detailed records, this category constituted a much smaller share of the mixed species schools and by 1955 the tonnages of each species were logged for almost all sets.

It should be noted that the "single species schools," for which the catches were logged as being composed of only one species, may have sometimes contained a small admixture of the second species. When only a few hundred pounds of one species were taken together with several tons of the other, the masters sometimes recorded the catch as being composed of the major species only. Thus, the single species schools are not always absolutely "pure," but may be so regarded for practical purposes.



Occasionally, near the end of the voyage, a vessel makes a set which results in a catch larger than the remaining unfilled hold space. In such an event, the master usually gives the remaining fish to some other vessel. When fish were thus given to another vessel, the logbook records of the receiving vessel rather than the catching vessel were used to complete the estimate of the catch from the school in question, because the master of the receiving vessel was believed to be able to make a more accurate estimate of the fish stowed in his hold than the master of the catching vessel who made his estimate from the fish in the net.

### **Statistical area system**

Data which were useable for the purpose of the present study were tabulated according to the Commission's major statistical areas (Shimada and Schaefer 1956), which are sea areas bounded by the lines of latitude and longitude divisible by five. These areas, which cover five degrees in each direction except where the mainland forms part of the boundary, are designated in each case by the latitude and longitude of the southeast corner. The statistical areas in which the catches analyzed in this study were made are depicted in Figure 2. It may be noted that Area 25-110 is subdivided to indicate separately the waters lying in the Gulf of California and those in the Pacific Ocean proper.

In Table 3 are shown, for each year and statistical area, the number of sets which met the criteria of useability for the present study, and the corresponding tonnages of tunas caught. The bulk of the catches in most years come from the eight areas that are shaded in Figure 2. Five of these eight areas constitute the oldest fishing region, in the Gulf of California (25-110-A, 20-105), offshore from Baja California (25-110-B, 20-110), and near the Revilla Gigedo Islands (15-110). The two important areas off the Central American coast (05-085, 05-080) have been frequented by seiners only since the end of World War II, while the area (S-05-080) off the Gulf of Guayaquil was first exploited by seiners in 1951.

### **SPECIES COMPOSITION OF SCHOOLS**

The degree of association of the two species of tropical tunas may be examined on the basis of the number of sets which produced catches of single species only and the number which produced mixtures of the two species. We may also determine the tonnages caught from the different kinds of schools. The basic tabulations for these purposes are contained in Table 2.

### **Annual averages for all areas**

The percentages of the total sets logged which produced yellowfin tuna only, skipjack tuna only, or a mixture of the two species have been calculated for each year from Table 2 and are shown in Figure 3. The last



category has further been subdivided to show the percentages of sets on mixed schools for which the ratio of tuna to skipjack was logged, and for which this information was not logged. In addition we have shown, by the broken bars, the sums of the percentages for pure yellowfin sets and pure skipjack sets, that is the annual percentage of sets which resulted in catches of pure schools of one or the other species. The total number of sets from which the percentages were calculated for each year is also indicated.

It may be seen from this figure that, of the total sets made each year, at least 79%, and in many years more than 90%, resulted in pure catches of one or the other species.

Similarly, from the annual totals in Table 2, we have prepared Figure 4 which shows, for each year, the distribution of the total tonnage logged among the following categories: yellowfin produced from pure schools, skipjack from pure schools, yellowfin from schools consisting of a mixture of the two species, skipjack from such mixed schools, and the remaining percentage of fish from schools of mixed species for which the weights of the individual species were not logged. Again we show, for each year, by the broken bars the sum of the percentages of tonnages produced from pure schools of one or the other species.

It may be seen that over 80% of each year's catch comes from pure schools and sometimes over 90%.

It is of further interest to determine, for each year, the catch of each species which came from pure schools, as a percentage of the total catch of that species. In order to do this it had to be assumed that the two species occurred in the same proportion in the mixed schools for which the weights of each species were not logged, as they did in mixed schools for which this information was logged. As many of the catches from mixed schools, prior to 1952, were not logged by species, the overall composition of mixed schools could not be estimated with any accuracy for these years. From 1952 to 1955, however, the composition of most of the logged catches from mixed species schools was noted and so we had a basis for estimating the total catch of each species from all mixed schools. For the years 1952 to 1955, therefore, we have computed the percentage of total tonnage caught of each species which came from pure schools of that species. The results are presented in Table 4.

It appears from this table that, during these four years at least, the percentage of yellowfin tuna coming from pure schools was, on the average, slightly higher than the percentage of skipjack coming from pure schools, but that over 80% of the yellowfin catch and at least 72% of the skipjack catch in each year came from pure schools.

### **Annual and geographical variations**

Although the share of the catch from single-species schools remains high in each year, it may be noted from Figures 3 and 4 that there is con-



siderable variation from year to year in the relative proportions of the two species. For example, in 1951 and 1954, skipjack constituted about half of the total, whereas in other years yellowfin tuna greatly predominated. Some of this year-to-year variation is believed to be due to changes in the average abundance of the two species throughout the entire region of the fishery. A large part of the variation, however, may be due to persistent differences between areas in the relative abundance of the two species, coupled with year-to-year variation in the proportions of the total catch coming from different areas. Area 25-110-A, in the Gulf of California, for example, almost always yields a great preponderance of yellowfin. In contrast, Area S-05-080, off the Gulf of Guayaquil, consistently yields a heavy majority of skipjack to the purse-seine vessels.

In order to consider in more detail the differences among fishing areas, and in order to provide a basis for discovering general principles concerning the schooling behavior of the tropical tunas, we have examined the data from each of the eight principal fishing areas (shaded in Fig. 2) for the years 1952 through 1955, during which we have sufficient data for such subdivision. The catches from these eight areas may be considered as representative of the seine-net fishery as a whole, because most of the total catch is made in them, as is shown by the following comparison of the total tonnages logged from these areas and from all areas. (These are the "useable" tonnages, corresponding to column 1 of Table 1, in each case).

| Year | Catch from the 8 areas | Catch from all areas |
|------|------------------------|----------------------|
| 1952 | 11,932 tons            | 14,186 tons          |
| 1953 | 12,762 tons            | 14,104 tons          |
| 1954 | 11,591 tons            | 12,220 tons          |
| 1955 | 16,962 tons            | 17,777 tons          |

For each of the eight areas, for each of these four years, we have computed the percentages of schools (sets) consisting of single species of each kind, and the percentages of mixed species schools (Table 5). We have also computed (Table 6), as percentages of total tonnage, for the year and area, the catches from pure schools of yellowfin, from pure schools of skipjack and from schools of mixed species. The last category has been further broken down into three sub-categories: yellowfin from mixed species schools for which the composition was logged, skipjack from such schools, and catch from mixed schools for which the composition was not logged. The foregoing are the same categories into which the sum of all data for each year was segregated in Figures 3 and 4. Such computations were made only for areas and years in which at least ten schools were logged, because it was believed that a lesser number could not be considered representative. The basic data from which these percentages were calculated are listed in Table 2.

It may, first, be noted that the percentages computed for the aggregate data of the eight selected areas are quite close to the corresponding values for all data for each year (last two columns in Tables 5 and 6), further confirming that the eight areas are representative of the fishery as a whole.



It may also be observed that, for each area and year as well as for the data as a whole, the percentage of schools in each category corresponds rather well to the percentage of the total tonnage that was produced from the corresponding category. The degree of this correspondence is illustrated for the single-species schools in Figure 5. In this figure we have plotted yellowfin tonnage taken from pure schools, as a percentage of the total tonnage taken from pure schools, against the percentage which the number of yellowfin schools constituted of the total number of pure schools, for each area and year. It may be seen that the points lie rather evenly about the line indicating equivalence of the two percentages. It may be inferred from this that the single species schools of these two species tend to be, on the average, of equivalent size. The matter of school sizes will be examined in more detail in a subsequent section.

It is also evident from Tables 5 and 6 that there are regular, persistent differences in the relative occurrence of the two species in different areas.

Area 25-110-A, the upper part of the Gulf of California, yields predominately yellowfin. In this area, no pure schools of skipjack were logged in any of the four years, the small yield of skipjack having been produced from mixed schools only.

Area 20-105, which includes the lower Gulf of California and the coastal area off Mexico south to Cape Corrientes is similar to Area 25-110-A in yielding a great excess of yellowfin tuna. In this area, however, a small percentage of pure skipjack schools is encountered by the purse-seine vessels, and there is an increased proportion of mixed schools.

The two areas (25-110-B and 20-110) which include the waters off-shore from Baja California differ from the foregoing areas in producing a much greater share of skipjack. In these areas a considerable proportion of the catch of both species comes from mixed schools. It is also notable that for these two areas the proportions of the two species and the incidence of pure and mixed schools exhibit considerable variability from year to year.

The vicinity of the Revilla Gigedo Islands, Area 15-110, produces a persistently high percentage of yellowfin tuna from pure schools of that species. A moderately good catch of skipjack is also made here, but the proportion of this catch which comes from pure schools is quite variable among years.

The greatest variability among years, with respect to the proportions of yellowfin and skipjack in the seiner catches, is shown by Areas 05-085 and 05-080, off Central America.

Area S-05-080 off northern South America, including the vicinity of the banks off the Gulf of Guayaquil, yields to the seiners a very great preponderance of skipjack each year. This is the only one of the eight areas where this species consistently dominates among the pure schools. Among



the mixed schools the relative abundance is much more nearly even, although skipjack still, on the average, predominate.

Table 7 has been prepared to show, for each year and area, the catch of each species which was taken from pure schools as a percentage of the total catch of that species. The corresponding values for the aggregate data from the eight selected areas, and for the aggregate from all areas, are given in the two bottom lines of this table. It may be seen that there is rather considerable variation from area to area and from year to year.

### **Some general properties of species composition**

The data from these eight areas may be further examined to see if there are any consistent properties of the species composition of the schools which are of general occurrence.

It might be expected that the relative proportions of pure schools of the two species in any area and year will, to some extent, determine the incidence of mixed schools. In order to examine this we have, in Figure 6, plotted, for each year and area, the percentage of mixed schools (percentage of sets producing a mixture of the two species) against the percentage of yellowfin schools among the pure schools (sets producing catches of only a single species). It may be seen that when the percentage of one species or the other is high among the pure schools, less mixed schools are, on the average, encountered. The points at the extreme right of the graph represent instances when all of the pure schools caught were yellowfin, yet, on the average, some 10% of the schools encountered were mixed schools. As the proportion of the yellowfin schools among the pure schools decreases, there is, in general, an increase in the occurrence of mixed schools. The relative occurrence of mixed schools seems to be largest, on the average, when the pure schools are almost evenly divided between the two species. When the percentage of yellowfin among pure schools is very low, and, conversely, the percentage of skipjack schools is high, the relative occurrence of mixed schools falls off again to a low level. Although there seems to be a general trend, there is a good deal of variability and occasionally there is a large departure from the average; for example, in Area 25-110-B (in 1955) although 96% of the pure schools were yellowfin, 53% of the schools in the area were mixed.

In Figure 7 this same relationship is examined on the basis of tonnages caught from the different types of schools. On one axis is given the percentage of yellowfin in the total tonnage taken from pure schools, and on the other axis the percentage of the total catch which came from mixed schools. These two statistics were plotted for each of the eight areas for each year, 1952 through 1955. The resulting relationship is similar to that of Figure 6, but with somewhat more variability. It again appears that, on the average, the relative catch from mixed schools is greatest when the catch from pure schools is nearly evenly divided between the two species,



and lower when the catch from pure schools is predominately of a single species. The rather wide variability indicates, however, that in addition to the relative abundance of single species schools of the two species, there are other unidentified factors of importance in determining the tendency of these species to aggregate together in mixed schools.

In Figure 8, we have plotted the percentage of yellowfin in the total tonnage caught from mixed schools against the percentage of yellowfin in the total tonnage caught from pure schools. The broken line running at a 45 degree angle across the figure is the line along which the two percentages are equal. The solid line is the average relationship (fitted by semi-averages) between the two variables, fitted to the points on the graph, which correspond to the data for each of the eight selected areas for each of the years 1952 through 1955. One interesting aspect of this figure is that when the catches of yellowfin and skipjack from pure schools are about equal (actually at 58% yellowfin on this graph), the percentages of catch of the two species from mixed schools are the same as the corresponding percentages of the catch from pure schools. As yellowfin becomes more abundant in the catch from pure schools, the share of yellowfin in the catch from mixed schools increases, but not proportionately. Conversely, below the equivalence point (where the lines cross on the graph) increasing relative abundance of skipjack among pure schools corresponds to an increase in the share of skipjack in the catches from mixed schools but, again, on the average, the share of skipjack in mixed schools increases less rapidly than the share of the skipjack catch from pure schools. Again, there is a rather wide variation of individual points from the average relationship, and the point for Area S-05-080 (for 1953) is quite aberrant. Yet it appears likely that there is reflected some underlying phenomenon of interspecies schooling behavior which could prove fruitful for further study.

### AMOUNT OF CATCH FROM SINGLE SCHOOLS

These logbook data are also of interest from the aspect of obtaining some idea of the sizes of schools into which the tropical tunas aggregate. From the data we may determine the average catch per set of the net, and the frequency of occurrence of different sizes of catches resulting from single sets. These results might be regarded as indicative of the sizes of schools on which the sets were made, to the extent that we may assume: (1) Each set was made on a single school of fish and (2) Either the whole school was captured by each set, or the same fraction of the school was captured by each. Inferences regarding the distribution of school sizes as they occurred in the sea require, also, the further assumption that the schools on which sets were made were representative of all schools.

The first assumption, that each set is made on a single school is reasonable. The second assumption is, however, not entirely satisfied. It is known that the whole school is not always captured. Frequently part of



the school will escape capture by avoiding the net. Occasionally, some of the fish captured are also not recovered from the net because it is torn. Sometimes, too, near the end of a trip more fish may be captured in a single set than are needed to complete filling the vessel and, unless there is in the vicinity another vessel to receive the fish, the excess is not landed.

It appears, therefore, that the amount of catch from a set will, on the average, be less than the total weight of the corresponding school. Furthermore, it seems probable that the rate of loss from large schools will, on the average, be greater than from small schools, so that the distribution of apparent school sizes will be biased toward small schools.

It may, however, be assumed that these factors will tend to remain the same from one year to another, and perhaps between species also, so that comparisons of apparent school sizes will be valid, even though the absolute values are not correct.

### **Average catch-per-set**

From the totals for each year in Table 2, we have computed the average catch-per-set for each year and each species-composition category; the results are shown in Table 8.

It would appear from the 10-year averages of this table that the individual catches of pure schools of each of the tropical tunas are, on the average, of nearly the same size, as are also the catches of mixed-species schools.

The series of values for yellowfin tuna appear to have a downward trend over this 10-year period. Fitting a mean square linear regression line to this series, we have found that there is, indeed, a downward slope which is much greater than would be expected to occur by chance, the probability of the chance occurrence being less than one in a hundred. A similar line fitted to the values for sets resulting in pure skipjack, on the contrary, has a slope that does not differ significantly from zero. Further, it may be seen that the year-to-year variability in average catches from skipjack schools is rather greater than for yellowfin schools.

The existence of this downward trend in apparent relative size of yellowfin schools, and the lack of a similar trend for skipjack schools, is of interest in connection with the conclusion of Shimada and Schaefer (1956) that the abundance of yellowfin tuna has decreased during this period of generally increasing fishing effort. If both of these results are real (i.e., a downward trend in abundance and a downward trend in school size) it may be inferred that as this species becomes less abundant, we find, on the average, smaller schools and not simply fewer schools of the same average size.

It is to be noted that the term school size herein refers to the *weight* of the fish in the school, not to their *number*.



### Frequency distribution of catch-per-set

The relative occurrence of catches of different sizes is of interest as a possible reflection of the nature of the frequency distribution of school sizes.

In Table 9 we have, therefore, tabulated for each year from 1952 to 1955, for each of the eight principal fishing areas, the numbers of sets producing catches in each five-ton size-class, further classified by species-composition categories. In this table are also given the aggregate distributions over these eight areas for each species-composition category during each year. These aggregate distributions are depicted in Figure 9, where the annual number of catches in each five-ton class, for each species-composition category, is shown as a percentage of the total number of catches of the given species-composition category for the year.

It may be seen from Table 9 and Figure 9 that the distributions are characteristically skewed very strongly toward small catches. They are usually "J-shaped," with the largest number of sets falling in the smallest or, less frequently, the second smallest size class, with the frequency of sets then decreasing progressively as the size of individual catches increases.

It further appears from Figure 9, that the relative frequency distributions are very similar for catches of pure yellowfin, catches of pure skipjack, and catches from mixed species schools. The spectrum of school sizes is much the same regardless of the species composition.

It is noteworthy (as may be seen most clearly from Table 9) that the very largest catches, of 60 tons and over, have been, without exception, from schools of a single species. It might be presumed, however, that this is merely due to the chance occurrence of these large values among the more numerous observations of catches from pure schools. Comparing the observed numbers of catches of 60 tons and over from pure schools and from mixed schools with the expected values, under the hypothesis that the expected frequency of occurrence in each category is the same and is that estimated from the aggregate of both categories, we have found, from the usual Chi-square test, that the observed values would occur by chance less than one time in a hundred. It is, then, a warranted conclusion that the very largest catches are, indeed, made from single species schools.

## ORANGE, SCHAEFER, AND LARMIE

[illegible]

**FIGURE 1.** Specimen page from the logbooks provided by the Tuna Commission to purse-seine vessels.

FIGURA 1. Ejemplar de una página de los cuadernos de bitácora que la Comisión provee a las embarcaciones rederas.

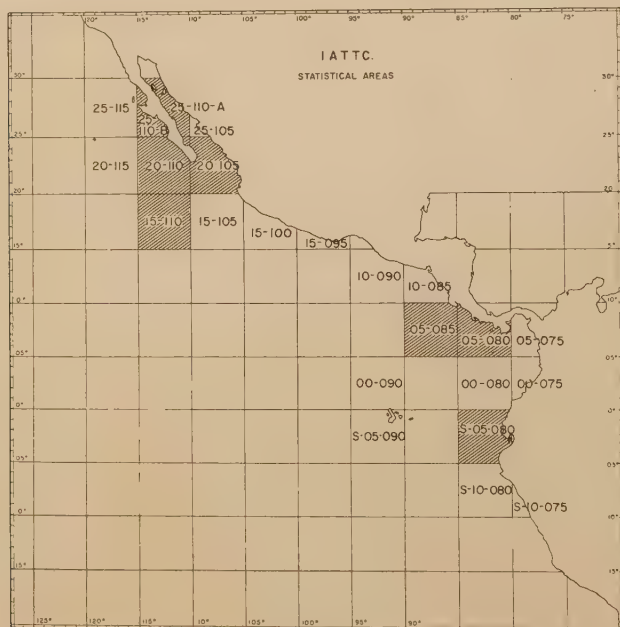


FIGURE 2. Statistical areas from which the catches used in this study were logged. The eight most important areas are shaded.

FIGURA 2. Áreas estadísticas en las que se efectuaron las pescas anotadas en los registros de bitácora que sirvieron de base al presente estudio. Se han sombreado las ocho áreas más importantes.



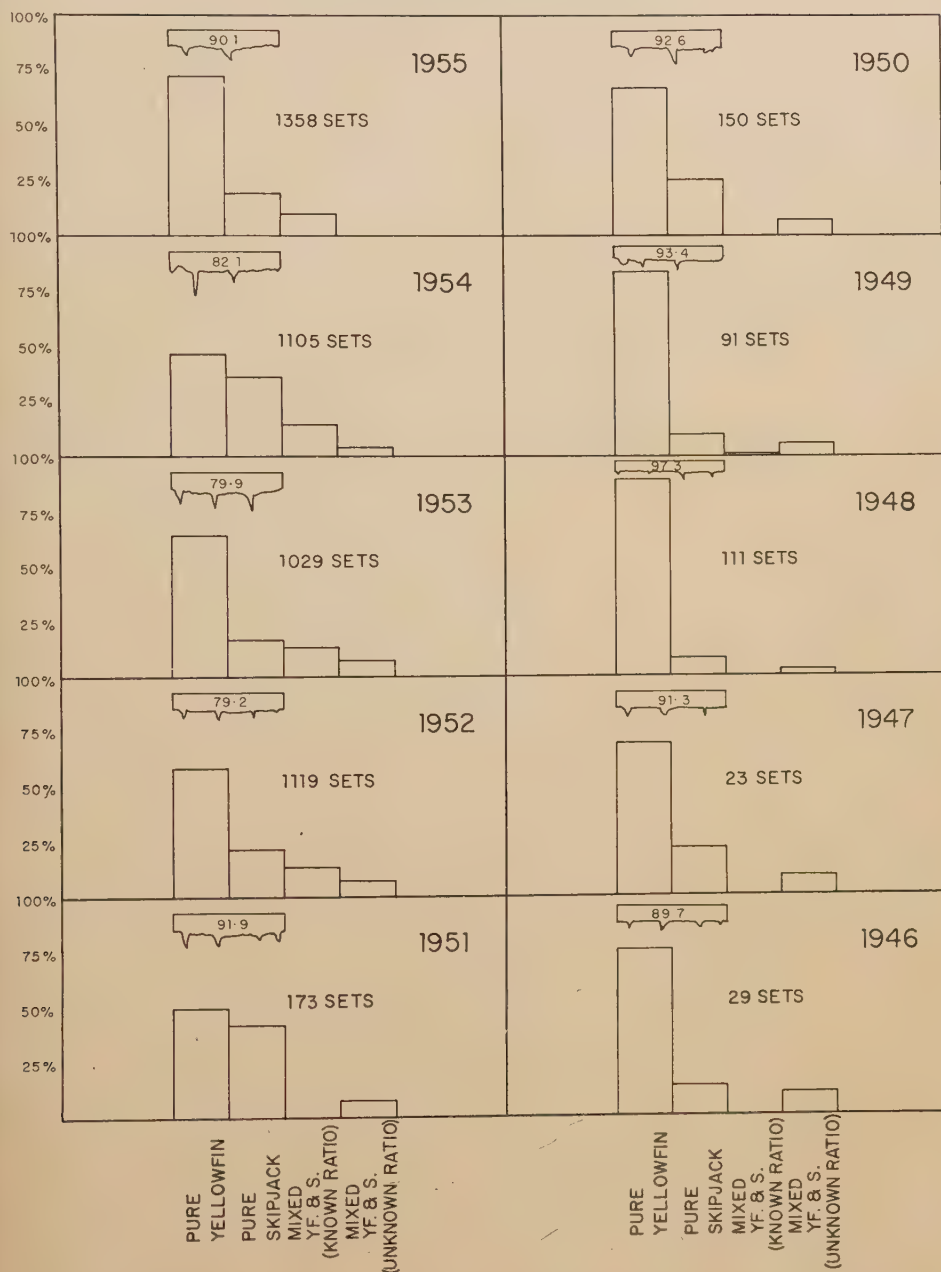


FIGURE 3. Percentage of sets, in each year, resulting in catches of yellowfin tuna only, skipjack only, or a mixture of the two. The broken bars indicate the percentage of sets resulting in catches of pure schools of one or the other species.

FIGURA 3. Porcentajes anuales de caladas que dieron pescas puras de atún aleta amarilla, de barrilete, o una mezcla de estas dos especies. Las barras incompletas indican los porcentajes de caladas que dieron pescas puras de una u otra especie.

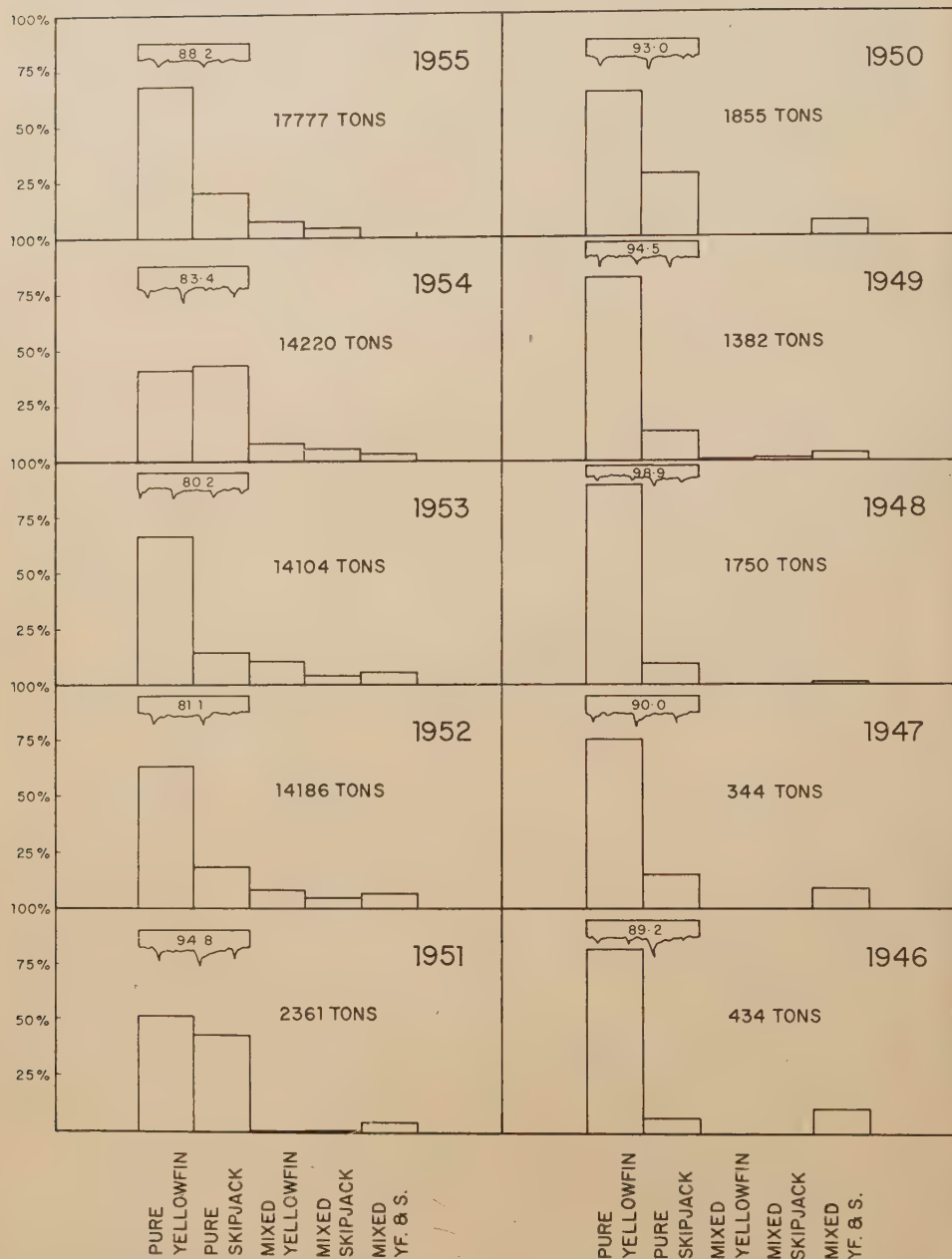


FIGURE 4. Percentage of total tonnage logged, in each year, from schools of pure yellowfin, schools of pure skipjack, and mixed schools. The percentage from mixed schools is further sub-divided into the quantity of each species for those catches for which the species composition was recorded, and the remainder from mixed schools for which the species composition is not known. The broken bars indicate the percentage of total tonnage produced from pure schools of one or the other species.

FIGURA 4. Porcentaje anual del tonelaje total registrado, proveniente de cardúmenes puros de atún aleta amarilla, de barrilete, o de cardúmenes compuestos de ambas especies. El porcentaje de las pescas en este último tipo de cardúmenes se ha subdividido del modo siguiente: cantidad de cada especie en los casos en que se registró la composición de los cardúmenes, el resto correspondiente a las pescas efectuadas en cardúmenes cuya composición por especies es desconocida. Las barras incompletas representan el porcentaje del tonelaje total procedente de cardúmenes puros de una u otra especie.



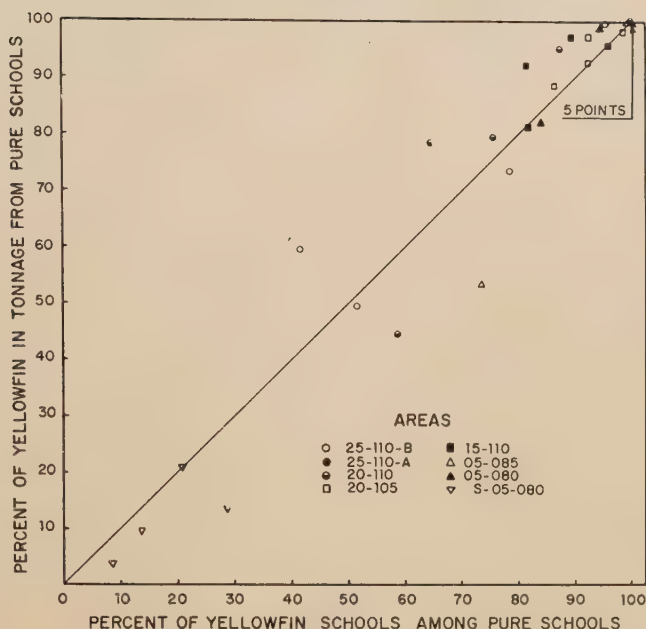


FIGURE 5. Relationship between percent of yellowfin in tonnage from pure schools and percent of yellowfin schools among pure schools, for each year (1952-1955) and area. The line is the locus of points for which the two percentages are equal.

FIGURA 5. Relación entre el porcentaje de atún aleta amarilla del tonelaje proveniente de cardúmenes puros, y el porcentaje de cardúmenes de dicha especie entre cardúmenes puros, por cada año (1952-1955) y área. La línea representa el locus de los puntos en el que los dos porcentajes son iguales.

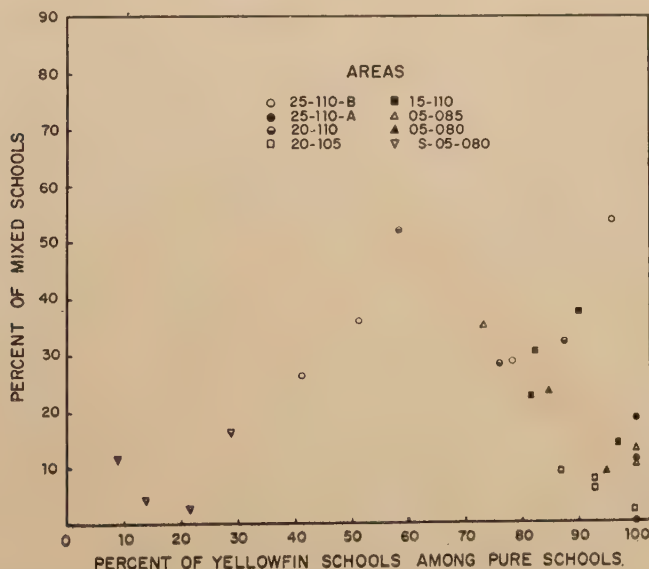


FIGURE 6. Relationship between occurrences of mixed schools and proportions of pure schools of the two tuna species in each year (1952-1955) and area.

FIGURA 6. Relación entre la aparición de cardúmenes mezclados y la proporción de cardúmenes puros de las dos especies de atún, por cada año del periodo 1952-1955 y área.

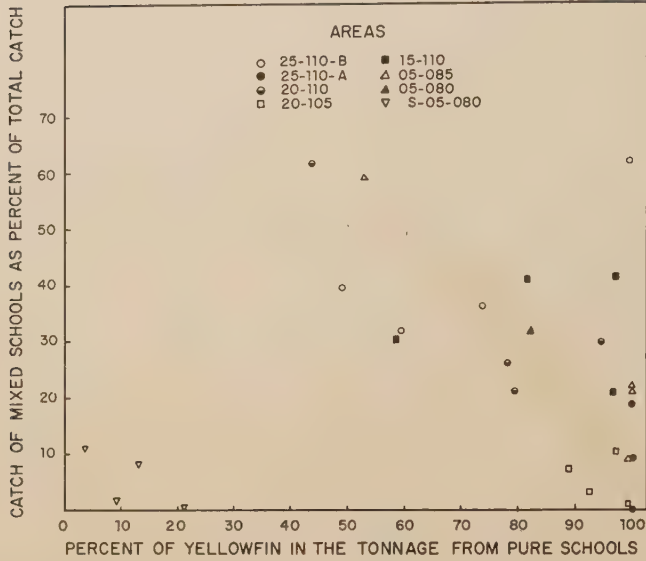


FIGURE 7. Relationship between share of total catch from mixed schools and proportions of catches from pure schools of the two tuna species in each year (1952-1955) and area.

FIGURA 7. Relación entre la fracción de la pesca total efectuada en cardúmenes mezclados y la proporción de la pesca proveniente de cardúmenes puros de las dos especies, por cada año (1952-1955) y área.

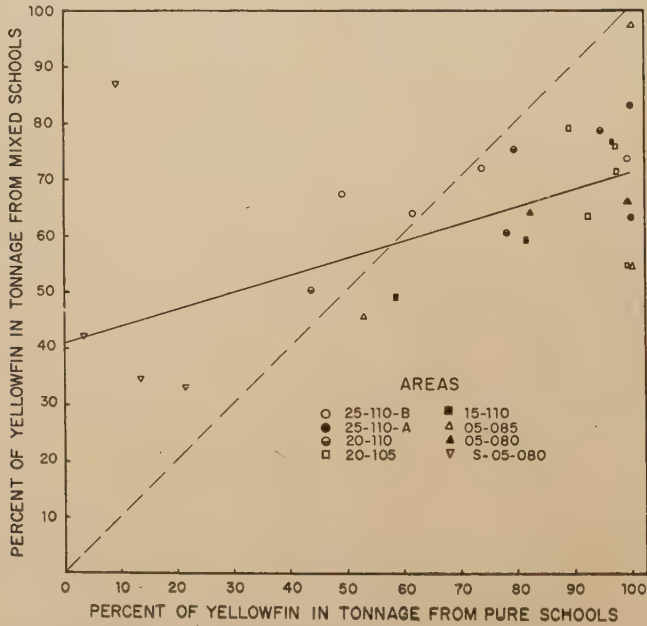


FIGURE 8. Relationship between proportions of yellowfin tuna in catches from pure schools and from mixed schools, for each year (1952-1955) and area. See text for description of lines.

FIGURA 8. Relación entre la proporción de atún aleta amarilla en pescas procedentes tanto de cardúmenes puros como de cardúmenes mezclados, por cada año (1952-1955) y área. Consultar el texto para precisar el significado de las líneas.



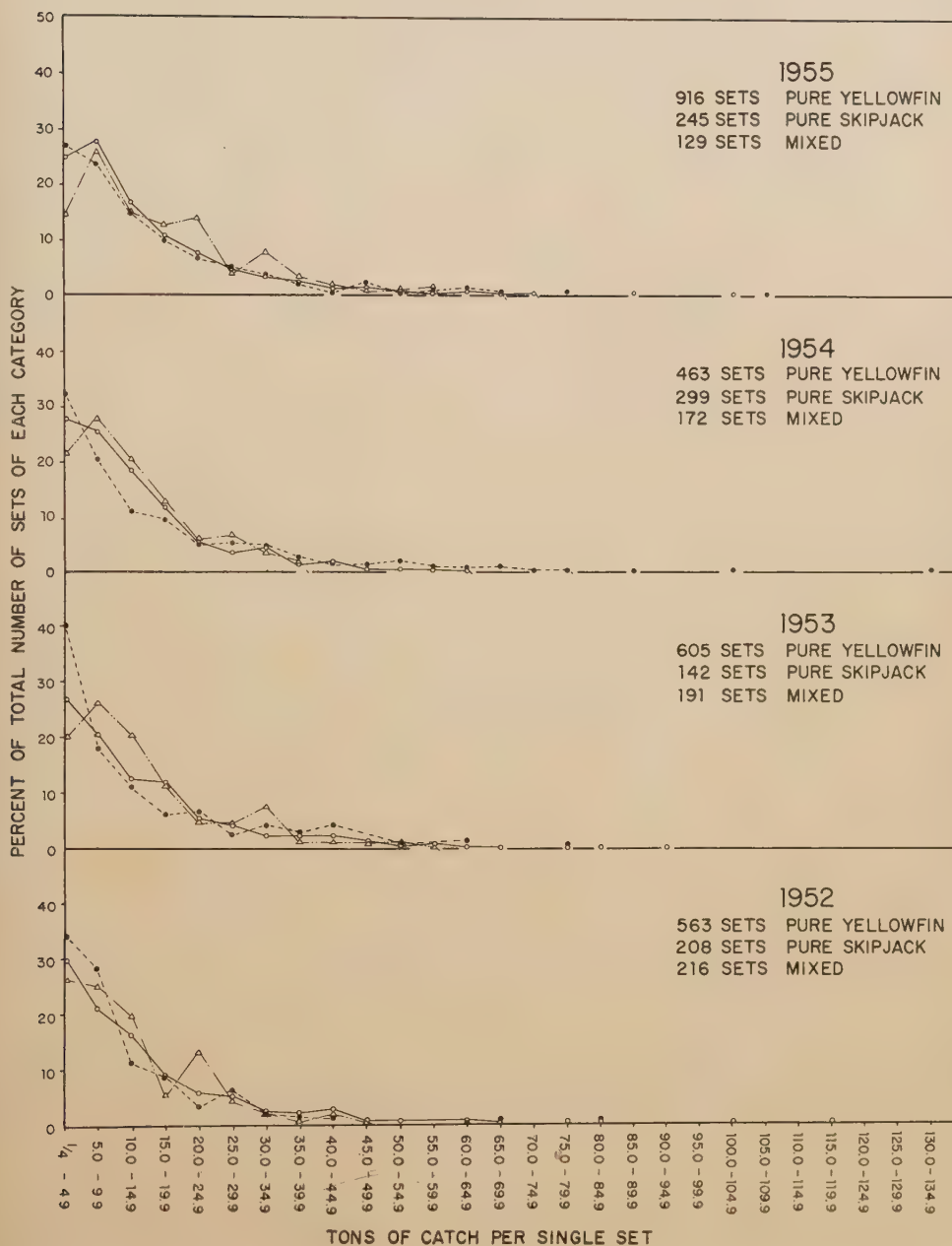


FIGURE 9. Percentage frequency distributions of catch-per-set in the eight principal fishing areas, for each year 1952 through 1955, by species-composition categories. Open circles represent catches of pure yellowfin tuna. Solid circles represent catches of pure skipjack. Triangles represent catches of mixed species.

FIGURA 9. Porcentaje de las distribuciones de frecuencias de la pesca por calada en las ocho áreas principales de pesca, por cada año desde 1952 hasta 1955, y por categorías de composición por especies. Los círculos blancos representan pescas de puro atún aleta amarilla. Los círculos negros representan pescas puras de barrilete. Los triángulos representan pescas de ambas especies mezcladas.

**TABLE 1.** Tonnages of tropical tunas recorded in logbooks available for analysis, compared with total landings of tropical tunas by purse seine vessels in California, 1946-1955.

**TABLA 1.** Tonelajes de atunes tropicales registrados en los cuadernos de bitácora de que se dispuso para el análisis, comparados con los totales de atunes tropicales desembarcados en California por embarcaciones rederas, de 1946 a 1955.

| Year | Tonnage Logged      |                             | Total  | % of logged tonnage not useable        | Total tonnage landed in California        |
|------|---------------------|-----------------------------|--------|----------------------------------------|-------------------------------------------|
|      | Used in analysis    | Not useable for analysis    |        |                                        |                                           |
| Año  | Tonelaje registrado |                             | Total  | % de tonelaje registrado no utilizable | Total tonelaje desembarcado en California |
|      | Usado en análisis   | No utilizable para análisis |        |                                        |                                           |
|      | (1)                 | (2)                         | (3)    | (4)                                    | (5)                                       |
| 1955 | 17,777              | 1,147                       | 18,924 | 6.1                                    | 19,256                                    |
| 1954 | 14,220              | 3,798                       | 18,018 | 21.1                                   | 17,795                                    |
| 1953 | 14,104              | 2,300                       | 16,404 | 14.0                                   | 23,469                                    |
| 1952 | 14,186              | 2,280                       | 16,466 | 13.9                                   | 20,439                                    |
| 1951 | 2,361               | 1,273                       | 3,634  | 35.0                                   | 13,655                                    |
| 1950 | 1,855               | 2,920                       | 4,775  | 61.1                                   | 23,807                                    |
| 1949 | 1,382               | 455                         | 1,837  | 24.8                                   | 14,363                                    |
| 1948 | 1,750               | 141                         | 1,891  | 7.5                                    | 19,581                                    |
| 1947 | 344                 | 85                          | 429    | 19.8                                   | 16,674                                    |
| 1946 | 434                 | 176                         | 610    | 28.9                                   | 17,886                                    |



**TABLE 2.** Number of sets, and corresponding total catch, in tons, on schools of single species and on schools of mixed species, by statistical areas, for each year, 1946 through 1955.**TABLA 2.** Número de caladas y pesca total correspondiente, en toneladas, operadas anualmente en cardúmenes puros y compuestos por dos especies mezcladas, según las áreas estadísticas, por cada año, de 1946 a 1955.

| Area     | Single species schools         |        |                |       | Mixed species schools of known composition               |                              |                    | Mixed species schools of unknown composition                |       |
|----------|--------------------------------|--------|----------------|-------|----------------------------------------------------------|------------------------------|--------------------|-------------------------------------------------------------|-------|
|          | Pure Yellowfin                 |        | Pure Skipjack  |       | No. of sets                                              | Catch of Yellowfin           | Catch of Skipjack  | No. of sets                                                 | Catch |
|          | No. of sets                    | Catch  | No. of sets    | Catch |                                                          |                              |                    |                                                             |       |
|          |                                |        |                |       |                                                          |                              |                    |                                                             |       |
| Area     | Cardúmenes de una sola especie |        |                |       | Cardúmenes de especies mezcladas de composición conocida |                              |                    | Cardúmenes de especies mezcladas de composición desconocida |       |
|          | Atún aleta amarilla puro       |        | Barrilete puro |       | No. de caladas                                           | Pesca de atún aleta amarilla | Pesca de barrilete | No. de caladas                                              | Pesca |
|          | No. de caladas                 | Pesca  | No. de caladas | Pesca |                                                          |                              |                    |                                                             |       |
| 1955     |                                |        |                |       |                                                          |                              |                    |                                                             |       |
| S-10-080 | 2                              | 36     | 4              | 50    | 2                                                        | 48                           | 4                  | 1                                                           | 8     |
| S-05-080 | 20                             | 107    | 212            | 3,251 | 31                                                       | 177                          | 241                | ....                                                        | ....  |
| 05-075   | 3                              | 22     | 1              | 2     | ....                                                     | ....                         | ....               | ....                                                        | ....  |
| 05-080   | 11                             | 135    | 2              | 29    | 4                                                        | 49                           | 27                 | ....                                                        | ....  |
| 05-085   | 19                             | 107    | 7              | 96    | 14                                                       | 135                          | 160                | ....                                                        | ....  |
| 10-085   | 1                              | 8      | ....           | ....  | ....                                                     | ....                         | ....               | ....                                                        | ....  |
| 15-100   | 1                              | 5      | ....           | ....  | 1                                                        | 34                           | 1                  | ....                                                        | ....  |
| 15-110   | 128                            | 1,635  | 5              | 59    | 21                                                       | 343                          | 106                | ....                                                        | ....  |
| 20-105   | 617                            | 8,007  | 8              | 46    | 14                                                       | 50                           | 37                 | ....                                                        | ....  |
| 20-110   | 31                             | 247    | 10             | 63    | 16                                                       | 62                           | 20                 | ....                                                        | ....  |
| 25-105   | 48                             | 554    | ....           | ....  | ....                                                     | ....                         | ....               | ....                                                        | ....  |
| 25-110-A | 66                             | 825    | ....           | ....  | ....                                                     | ....                         | ....               | ....                                                        | ....  |
| 25-110-B | 24                             | 355    | 1              | 3     | 28                                                       | 429                          | 152                | 1                                                           | 8     |
| 25-115   | 3                              | 33     | ....           | ....  | 1                                                        | 10                           | 1                  | ....                                                        | ....  |
| Total    | 974                            | 12,076 | 250            | 3,599 | 132                                                      | 1,337                        | 749                | 2                                                           | 16    |
| 1954     |                                |        |                |       |                                                          |                              |                    |                                                             |       |
| S-10-075 | 5                              | 56     | 6              | 110   | 3                                                        | 26                           | 40                 | 1                                                           | 12    |
| S-10-080 | 8                              | 125    | 8              | 289   | 7                                                        | 45                           | 51                 | ....                                                        | ....  |
| S-05-080 | 53                             | 512    | 133            | 3,345 | 21                                                       | 72                           | 139                | 16                                                          | 142   |
| 00-075   | ....                           | ....   | 1              | 1     | ....                                                     | ....                         | ....               | ....                                                        | ....  |
| 00-080   | 1                              | 15     | 1              | 1     | ....                                                     | ....                         | ....               | ....                                                        | ....  |
| 05-075   | 17                             | 237    | 2              | 10    | 3                                                        | 29                           | 19                 | 1                                                           | 30    |
| 05-080   | ....                           | ....   | 1              | 1     | ....                                                     | ....                         | ....               | 1                                                           | 25    |
| 05-085   | ....                           | ....   | 1              | 12    | 2                                                        | 2                            | 21                 | ....                                                        | ....  |
| 10-085   | ....                           | ....   | 75             | 1,163 | ....                                                     | ....                         | ....               | 1                                                           | 9     |
| 15-095   | 2                              | 20     | ....           | ....  | ....                                                     | ....                         | ....               | ....                                                        | ....  |
| 15-100   | 8                              | 108    | 4              | 38    | ....                                                     | ....                         | ....               | 1                                                           | 21    |
| 15-105   | 1                              | 6      | ....           | ....  | ....                                                     | ....                         | ....               | 1                                                           | 10    |
| 15-110   | 39                             | 284    | 9              | 202   | 10                                                       | 68                           | 70                 | 4                                                           | 74    |
| 20-105   | 226                            | 2,536  | 18             | 79    | 18                                                       | 214                          | 67                 | 2                                                           | 23    |
| 20-110   | 77                             | 922    | 42             | 257   | 33                                                       | 214                          | 138                | 9                                                           | 66    |
| 25-115   | 1                              | 4      | ....           | ....  | 1                                                        | 8                            | 2                  | ....                                                        | ....  |
| 25-105   | 2                              | 36     | ....           | ....  | ....                                                     | ....                         | ....               | ....                                                        | ....  |
| 25-110-A | 1                              | 2      | ....           | ....  | ....                                                     | ....                         | ....               | ....                                                        | ....  |
| 25-110-B | 68                             | 873    | 97             | 596   | 54                                                       | 412                          | 230                | 5                                                           | 56    |
| 25-115   | 1                              | 18     | ....           | ....  | 3                                                        | 16                           | 11                 | ....                                                        | ....  |
| Total    | 510                            | 5,754  | 398            | 6,104 | 155                                                      | 1,106                        | 788                | 42                                                          | 468   |

TABLE 2. Continued

| Area     | Single species schools         |       |                |       | Mixed species schools of known composition               |                              |                    | Mixed species schools of unknown composition                |       |
|----------|--------------------------------|-------|----------------|-------|----------------------------------------------------------|------------------------------|--------------------|-------------------------------------------------------------|-------|
|          | Pure Yellowfin                 |       | Pure Skipjack  |       | No. of sets                                              | Catch of Yellowfin           | Catch of Skipjack  | No. of sets                                                 | Catch |
|          | No. of sets                    | Catch | No. of sets    | Catch |                                                          |                              |                    |                                                             |       |
| Area     | Cardúmenes de una sola especie |       |                |       | Cardúmenes de especies mezcladas de composición conocida |                              |                    | Cardúmenes de especies mezcladas de composición desconocida |       |
|          | Atún aleta amarilla puro       |       | Barrilete puro |       | No. de caladas                                           | Pesca de atún aleta amarilla | Pesca de barrilete | No. de caladas                                              | Pesca |
|          | No. de caladas                 | Pesca | No. de caladas | Pesca |                                                          |                              |                    |                                                             |       |
| 1953     |                                |       |                |       |                                                          |                              |                    |                                                             |       |
| S-10-075 | 20                             | 295   | 5              | 89    | ....                                                     | ....                         | ....               | 1                                                           | 12    |
| S-10-080 | 7                              | 77    | 8              | 90    | 4                                                        | 74                           | 30                 | ....                                                        | ....  |
| S-05-080 | 11                             | 102   | 70             | 1,012 | 2                                                        | 15                           | 2                  | 2                                                           | 2     |
| S-05-090 | 1                              | 7     | ....           | ....  | 2                                                        | 28                           | 3                  | ....                                                        | ....  |
| 00-075   | 4                              | 11    | 7              | 67    | 7                                                        | 34                           | 109                | ....                                                        | ....  |
| 05-075   | 4                              | 76    | ....           | ....  | ....                                                     | ....                         | ....               | ....                                                        | ....  |
| 05-080   | 3                              | 24    | 4              | 14    | 1                                                        | 1                            | 1                  | ....                                                        | ....  |
| 05-085   | 17                             | 182   | ....           | ....  | 2                                                        | 50                           | 2                  | ....                                                        | ....  |
| 15-100   | 1                              | 35    | ....           | ....  | ....                                                     | ....                         | ....               | ....                                                        | ....  |
| 15-110   | 18                             | 261   | 2              | 9     | 9                                                        | 105                          | 42                 | 3                                                           | 45    |
| 20-105   | 235                            | 3,768 | 20             | 309   | 7                                                        | 58                           | 34                 | 9                                                           | 87    |
| 20-110   | 221                            | 3,461 | 32             | 199   | 75                                                       | 855                          | 229                | 44                                                          | 478   |
| 25-105   | 10                             | 227   | ....           | ....  | ....                                                     | ....                         | ....               | ....                                                        | ....  |
| 25-110-A | 39                             | 272   | ....           | ....  | 3                                                        | 35                           | 20                 | 2                                                           | 8     |
| 25-110-B | 64                             | 526   | 18             | 187   | 19                                                       | 205                          | 80                 | 14                                                          | 122   |
| 25-115   | ....                           | ....  | 1              | 15    | 1                                                        | 10                           | 13                 | ....                                                        | ....  |
| Total    | 655                            | 9,324 | 167            | 1,991 | 132                                                      | 1,470                        | 565                | 75                                                          | 754   |
| 1952     |                                |       |                |       |                                                          |                              |                    |                                                             |       |
| S-05-080 | 7                              | 100   | 26             | 370   | 1                                                        | 1                            | 2                  | ....                                                        | ....  |
| S-05-090 | ....                           | ....  | 10             | 155   | ....                                                     | ....                         | ....               | ....                                                        | ....  |
| 00-075   | 41                             | 1,074 | 7              | 101   | 6                                                        | 35                           | 21                 | 1                                                           | 8     |
| 00-080   | 4                              | 52    | 6              | 92    | 3                                                        | 10                           | 8                  | ....                                                        | ....  |
| 05-075   | 27                             | 467   | 10             | 42    | ....                                                     | ....                         | ....               | 2                                                           | 39    |
| 05-080   | 37                             | 537   | 2              | 5     | 4                                                        | 37                           | 18                 | ....                                                        | ....  |
| 05-085   | 33                             | 390   | ....           | ....  | 4                                                        | 44                           | 37                 | 1                                                           | 23    |
| 10-085   | 3                              | 29    | 1              | 20    | 4                                                        | 38                           | 36                 | ....                                                        | ....  |
| 15-095   | 1                              | 2     | ....           | ....  | ....                                                     | ....                         | ....               | ....                                                        | ....  |
| 15-100   | 4                              | 17    | ....           | ....  | ....                                                     | ....                         | ....               | ....                                                        | ....  |
| 15-105   | 1                              | 4     | ....           | ....  | ....                                                     | ....                         | ....               | ....                                                        | ....  |
| 15-110   | 51                             | 448   | 11             | 103   | 14                                                       | 112                          | 77                 | 13                                                          | 195   |
| 20-105   | 301                            | 4,339 | 48             | 556   | 18                                                       | 158                          | 42                 | 17                                                          | 191   |
| 20-110   | 7                              | 47    | 5              | 61    | 12                                                       | 82                           | 81                 | 1                                                           | 9     |
| 25-105   | ....                           | ....  | ....           | ....  | ....                                                     | ....                         | ....               | ....                                                        | ....  |
| 25-110-A | 13                             | 460   | ....           | ....  | 1                                                        | 5                            | 1                  | 2                                                           | 40    |
| 25-110-B | 118                            | 1,002 | 112            | 1,029 | 84                                                       | 605                          | 293                | 44                                                          | 432   |
| 25-115   | ....                           | ....  | 1              | 4     | ....                                                     | ....                         | ....               | ....                                                        | ....  |
| Total    | 648                            | 8,968 | 239            | 2,538 | 151                                                      | 1,127                        | 616                | 81                                                          | 937   |
| 1951     |                                |       |                |       |                                                          |                              |                    |                                                             |       |
| S-05-080 | 12                             | 153   | 10             | 193   | ....                                                     | ....                         | ....               | 1                                                           | 20    |
| S-05-090 | 3                              | 34    | 17             | 253   | ....                                                     | ....                         | ....               | 2                                                           | 20    |
| 00-075   | 2                              | 22    | ....           | ....  | ....                                                     | ....                         | ....               | ....                                                        | ....  |
| 05-080   | 15                             | 158   | 15             | 121   | ....                                                     | ....                         | ....               | 5                                                           | 34    |
| 05-085   | 3                              | 38    | 2              | 16    | ....                                                     | ....                         | ....               | ....                                                        | ....  |
| 10-085   | ....                           | ....  | 2              | 6     | ....                                                     | ....                         | ....               | ....                                                        | ....  |
| 15-095   | ....                           | ....  | 1              | 3     | ....                                                     | ....                         | ....               | ....                                                        | ....  |
| 15-100   | 7                              | 105   | ....           | ....  | ....                                                     | ....                         | ....               | ....                                                        | ....  |
| 15-110   | 32                             | 603   | ....           | ....  | ....                                                     | ....                         | ....               | ....                                                        | ....  |
| 20-105   | 8                              | 80    | 22             | 372   | 1                                                        | 1                            | 14                 | 1                                                           | 3     |
| 20-110   | ....                           | ....  | ....           | ....  | ....                                                     | ....                         | ....               | ....                                                        | ....  |
| 25-105   | ....                           | ....  | 1              | 25    | ....                                                     | ....                         | ....               | 2                                                           | 23    |
| 25-110-A | 1                              | 2     | ....           | ....  | ....                                                     | ....                         | ....               | 2                                                           | 8     |
| 25-110-B | 3                              | 27    | 3              | 27    | ....                                                     | ....                         | ....               | ....                                                        | ....  |
| Total    | 86                             | 1,222 | 73             | 1,016 | 1                                                        | 1                            | 14                 | 13                                                          | 108   |



TABLE 2. Continued

| Area     | Single species schools         |       |                |       | Mixed species schools of known composition               |                              |                    | Mixed species schools of unknown composition                |       |
|----------|--------------------------------|-------|----------------|-------|----------------------------------------------------------|------------------------------|--------------------|-------------------------------------------------------------|-------|
|          | Pure Yellowfin                 |       | Pure Skipjack  |       | No. of sets                                              | Catch of Yellowfin           | Catch of Skipjack  | No. of sets                                                 | Catch |
|          | No. of sets                    | Catch | No. of sets    | Catch |                                                          |                              |                    |                                                             |       |
| Area     | Cardúmenes de una sola especie |       |                |       | Cardúmenes de especies mezcladas de composición conocida |                              |                    | Cardúmenes de especies mezcladas de composición desconocida |       |
|          | Atún aleta amarilla puro       |       | Barrilete puro |       | No. de caladas                                           | Pesca de atún aleta amarilla | Pesca de barrilete | No. de caladas                                              | Pesca |
|          | No. de caladas                 | Pesca | No. de caladas | Pesca |                                                          |                              |                    |                                                             |       |
| 1950     |                                |       |                |       |                                                          |                              |                    |                                                             |       |
| S-05-090 | 6                              | 147   | 11             | 244   | ---                                                      | ---                          | ---                | 3                                                           | 35    |
| 00-090   | ---                            | ---   | 5              | 50    | ---                                                      | ---                          | ---                | ---                                                         | ---   |
| 05-080   | 4                              | 117   | 2              | 28    | ---                                                      | ---                          | ---                | 1                                                           | 5     |
| 05-085   | 2                              | 45    | 5              | 37    | ---                                                      | ---                          | ---                | ---                                                         | ---   |
| 10-085   | 4                              | 62    | 1              | 10    | ---                                                      | ---                          | ---                | 3                                                           | 49    |
| 15-095   | 9                              | 135   | ---            | ---   | ---                                                      | ---                          | ---                | ---                                                         | ---   |
| 15-100   | 33                             | 230   | ---            | ---   | ---                                                      | ---                          | ---                | ---                                                         | ---   |
| 15-105   | ---                            | ---   | ---            | ---   | ---                                                      | ---                          | ---                | ---                                                         | ---   |
| 15-110   | ---                            | ---   | ---            | ---   | ---                                                      | ---                          | ---                | 1                                                           | 27    |
| 20-105   | 30                             | 322   | 8              | 37    | ---                                                      | ---                          | ---                | 3                                                           | 13    |
| 20-110   | 10                             | 112   | ---            | ---   | ---                                                      | ---                          | ---                | ---                                                         | ---   |
| 25-105   | 2                              | 28    | 3              | 65    | ---                                                      | ---                          | ---                | ---                                                         | ---   |
| 25-110-A | 1                              | 3     | 3              | 54    | ---                                                      | ---                          | ---                | ---                                                         | ---   |
| 25-110-B | ---                            | ---   | ---            | ---   | ---                                                      | ---                          | ---                | ---                                                         | ---   |
| Total    | 101                            | 1,201 | 38             | 525   | ---                                                      | ---                          | ---                | 11                                                          | 129   |
| 1949     |                                |       |                |       |                                                          |                              |                    |                                                             |       |
| S-05-090 | 4                              | 71    | ---            | ---   | ---                                                      | ---                          | ---                | 2                                                           | 9     |
| 05-080   | 3                              | 17    | 1              | 4     | 1                                                        | 7                            | 18                 | 2                                                           | 40    |
| 10-085   | 1                              | 25    | ---            | ---   | ---                                                      | ---                          | ---                | ---                                                         | ---   |
| 10-090   | 3                              | 35    | ---            | ---   | ---                                                      | ---                          | ---                | ---                                                         | ---   |
| 15-095   | 23                             | 262   | ---            | ---   | ---                                                      | ---                          | ---                | ---                                                         | ---   |
| 15-100   | 17                             | 240   | 1              | 45    | ---                                                      | ---                          | ---                | ---                                                         | ---   |
| 15-105   | 1                              | 3     | ---            | ---   | ---                                                      | ---                          | ---                | ---                                                         | ---   |
| 15-110   | ---                            | ---   | 2              | 71    | ---                                                      | ---                          | ---                | ---                                                         | ---   |
| 20-105   | 24                             | 476   | 5              | 57    | ---                                                      | ---                          | ---                | 1                                                           | 2     |
| Total    | 76                             | 1,129 | 9              | 175   | 1                                                        | 7                            | 18                 | 5                                                           | 51    |
| 1948     |                                |       |                |       |                                                          |                              |                    |                                                             |       |
| S-05-090 | 5                              | 41    | 7              | 137   | ---                                                      | ---                          | ---                | 2                                                           | 18    |
| 05-080   | 4                              | 31    | ---            | ---   | ---                                                      | ---                          | ---                | ---                                                         | ---   |
| 05-085   | 1                              | 40    | ---            | ---   | ---                                                      | ---                          | ---                | ---                                                         | ---   |
| 10-085   | 4                              | 126   | ---            | ---   | ---                                                      | ---                          | ---                | ---                                                         | ---   |
| 15-095   | 5                              | 39    | ---            | ---   | ---                                                      | ---                          | ---                | ---                                                         | ---   |
| 15-100   | 53                             | 768   | ---            | ---   | ---                                                      | ---                          | ---                | 1                                                           | 1     |
| 15-105   | 2                              | 52    | ---            | ---   | ---                                                      | ---                          | ---                | ---                                                         | ---   |
| 20-105   | 24                             | 452   | ---            | ---   | ---                                                      | ---                          | ---                | ---                                                         | ---   |
| 20-110   | 1                              | 10    | 1              | 10    | ---                                                      | ---                          | ---                | ---                                                         | ---   |
| 25-110-B | ---                            | ---   | 1              | 25    | ---                                                      | ---                          | ---                | ---                                                         | ---   |
| Total    | 99                             | 1,559 | 9              | 172   | ---                                                      | ---                          | ---                | 3                                                           | 19    |
| 1947     |                                |       |                |       |                                                          |                              |                    |                                                             |       |
| 15-100   | 13                             | 201   | ---            | ---   | ---                                                      | ---                          | ---                | ---                                                         | ---   |
| 15-105   | 2                              | 56    | ---            | ---   | ---                                                      | ---                          | ---                | ---                                                         | ---   |
| 20-105   | ---                            | ---   | 1              | 3     | ---                                                      | ---                          | ---                | ---                                                         | ---   |
| 20-110   | ---                            | ---   | 2              | 47    | ---                                                      | ---                          | ---                | ---                                                         | ---   |
| 25-105   | ---                            | ---   | ---            | ---   | ---                                                      | ---                          | ---                | 2                                                           | 31    |
| 25-110-A | 1                              | 3     | ---            | ---   | ---                                                      | ---                          | ---                | ---                                                         | ---   |
| 25-110-B | ---                            | ---   | 2              | 3     | ---                                                      | ---                          | ---                | ---                                                         | ---   |
| Total    | 16                             | 260   | 5              | 53    | ---                                                      | ---                          | ---                | 2                                                           | 31    |
| 1946     |                                |       |                |       |                                                          |                              |                    |                                                             |       |
| 15-100   | ---                            | ---   | ---            | ---   | ---                                                      | ---                          | ---                | ---                                                         | ---   |
| 20-105   | 12                             | 138   | 3              | 22    | ---                                                      | ---                          | ---                | 1                                                           | 5     |
| 25-105   | 8                              | 186   | ---            | ---   | ---                                                      | ---                          | ---                | ---                                                         | ---   |
| 25-110-A | 2                              | 31    | ---            | ---   | ---                                                      | ---                          | ---                | 2                                                           | 42    |
| 25-110-B | ---                            | ---   | ---            | ---   | ---                                                      | ---                          | ---                | ---                                                         | ---   |
| 25-115   | ---                            | ---   | 1              | 10    | ---                                                      | ---                          | ---                | ---                                                         | ---   |
| Total    | 22                             | 355   | 4              | 32    | ---                                                      | ---                          | ---                | 3                                                           | 47    |





**TABLE 4.** Percentage of catch of each species which was taken from pure schools; total of all data for each year.

**TABLA 4.** Porcentaje de cada especie pescada en cardúmenes puros. Total de todos los datos por cada año.

| Year | Yellowfin           | Skipjack  |
|------|---------------------|-----------|
| Año  | Atún aleta amarilla | Barrilete |
| 1952 | 83.8                | 72.8      |
| 1953 | 82.2                | 72.0      |
| 1954 | 80.7                | 86.1      |
| 1955 | 90.0                | 82.7      |





TABLE 6. Percentages of tonnages caught from pure schools of single species and from mixed schools, for each of the eight principal areas, with comparison with the total of all data, for the years 1952-1955.

TABLA 6. Porcentajes de las toneladas obtenidas de cardúmenes puros y mezclados, en cada una de las ocho áreas principales, comparados con los totales de todos los datos, de 1952 a 1955.

|                                | 25-110-B 25-110-A |       |      |      | 15-110   |      |      |      | Total    |      |
|--------------------------------|-------------------|-------|------|------|----------|------|------|------|----------|------|
|                                | 20-110            |       |      |      | 20-105   |      |      |      | 8 areas  |      |
|                                | 05-085            |       |      |      | 05-085   |      |      |      | All data |      |
|                                | 05-080            |       |      |      | 05-080   |      |      |      |          |      |
|                                | S-05-080          |       |      |      | S-05-080 |      |      |      |          |      |
| Total 8 Total todos            |                   |       |      |      |          |      |      |      |          |      |
| áreas los datos                |                   |       |      |      |          |      |      |      |          |      |
| Year-Año 1955                  |                   |       |      |      |          |      |      |      |          |      |
| Pure Yellowfin.....            | 37.4              | 100.0 | 62.8 | 93.3 | 76.3     | 21.5 | 56.2 | 2.8  | 67.3     | 67.9 |
| Pure Skipjack.....             | 0.3               | —     | 16.0 | 0.6  | 2.7      | 19.2 | 12.1 | 86.1 | 20.9     | 20.3 |
| Total pure.....                | 37.7              | 100.0 | 78.8 | 98.9 | 79.0     | 40.7 | 68.3 | 88.9 | 88.2     | 88.2 |
| Mixed, composition logged      |                   |       |      |      |          |      |      |      |          |      |
| Yellowfin.....                 | 45.3              | —     | 15.9 | 0.6  | 16.0     | 27.1 | 20.4 | 4.7  | 7.3      | 7.5  |
| Skipjack.....                  | 16.1              | —     | 5.2  | 0.5  | 4.9      | 32.1 | 11.3 | 6.4  | 4.4      | 4.2  |
| Total.....                     | 61.4              | —     | 21.1 | 1.1  | 20.9     | 59.2 | 31.7 | 11.1 | 11.7     | 11.7 |
| Mixed, composition not logged. | 0.8               | —     | —    | —    | —        | —    | —    | —    | 0.1      | 0.1  |
| Total mixed.....               | 62.2              | —     | 21.1 | 1.1  | 20.9     | 59.2 | 31.7 | 11.1 | 11.8     | 11.8 |
| Year-Año 1954                  |                   |       |      |      |          |      |      |      |          |      |
| Pure Yellowfin.....            | 40.3              | (1)   | 57.7 | 86.9 | 40.7     | (1)  | (1)  | 12.2 | 44.2     | 40.6 |
| Pure Skipjack.....             | 27.5              | —     | 16.1 | 2.7  | 28.9     | —    | —    | 79.4 | 38.6     | 42.9 |
| Total pure.....                | 67.8              | —     | 73.8 | 89.6 | 69.6     | —    | —    | 91.6 | 82.8     | 83.5 |
| Mixed, composition logged      |                   |       |      |      |          |      |      |      |          |      |
| Yellowfin.....                 | 19.0              | —     | 13.4 | 7.3  | 9.7      | —    | —    | 1.7  | 8.5      | 7.8  |
| Skipjack.....                  | 10.6              | —     | 8.6  | 2.3  | 10.0     | —    | —    | 3.3  | 5.5      | 5.5  |
| Total.....                     | 29.6              | —     | 22.0 | 9.6  | 19.7     | —    | —    | 5.0  | 14.0     | 13.3 |
| Mixed, composition not logged. | 2.6               | —     | 4.1  | 0.8  | 10.6     | —    | —    | 3.4  | 3.1      | 3.3  |
| Total mixed.....               | 32.2              | —     | 26.1 | 10.4 | 30.3     | —    | —    | 8.4  | 17.1     | 16.3 |



**TABLE 7.** Percentage of catch of each species that was taken from pure schools, for each of the eight principal areas, with comparisons with the total of all data, for the years 1952-1955.

**TABLA 7.** Porcentajes, por especies, de los montos de pescas efectuadas en cardúmenes puros, en cada una de las ocho áreas principales, comparados con los totales de todos los datos, de 1952 a 1955.

| Area           | 1952                |           | 1953                |           | 1954                |           | 1955                |           |
|----------------|---------------------|-----------|---------------------|-----------|---------------------|-----------|---------------------|-----------|
|                | Yellowfin           | Skipjack  | Yellowfin           | Skipjack  | Yellowfin           | Skipjack  | Yellowfin           | Skipjack  |
| Area           | Atún aleta amarilla | Barrilete | Atún aleta amarilla | Barrilete | Atún aleta amarilla | Barrilete | Atún aleta amarilla | Barrilete |
| 25-110-B       | 52.8                | 70.3      | 64.2                | 62.1      | 66.1                | 70.4      | 44.9                | 1.9       |
| 25-110-A       | 92.4                | 0.0       | 87.2                | 0.0       | (1)                 |           | 100.0               | ....      |
| 20-110         | 35.1                | 41.8      | 73.7                | 37.6      | 78.4                | 61.0      | 79.9                | 75.9      |
| 20-105         | 93.3                | 87.1      | 97.1                | 82.4      | 91.6                | 52.3      | 99.4                | 55.4      |
| 15-110         | 66.3                | 39.8      | 65.6                | 14.1      | 73.0                | 65.4      | 82.7                | 35.7      |
| 05-085         | 87.2                | 0.0       | 78.4                | 0.0       | (1)                 |           | 44.2                | 37.5      |
| 05-080         | 93.5                | 21.7      | (1)                 |           | (1)                 |           | 73.4                | 51.8      |
| S-05-080       | 99.0                | 99.5      | 85.7                | 99.8      | 81.0                | 93.5      | 37.7                | 93.1      |
| Total, 8 areas | 81.6                | 71.9      | 82.0                | 74.3      | 81.6                | 84.4      | 90.1                | 82.6      |
| All data       | 83.8                | 72.8      | 82.2                | 72.0      | 80.7                | 86.1      | 90.0                | 82.7      |

(1) Inadequate data; less than 10 sets logged.

(1) Datos inadecuados; menos de 10 caladas registradas en los cuadernos de bitácora.

**TABLE 8.** Mean catches of individual sets, by species composition, for all data, 1946-1955, in tons.

**TABLA 8.** Tonelaje promedio de pesca por calada, según la composición por especies, con el empleo de todos los datos, 1946-1955.

| Year            | Pure Yellowfin           | Pure Skipjack  | Mixed             |
|-----------------|--------------------------|----------------|-------------------|
| Año             | Atún aleta amarilla puro | Barrilete puro | Mezclado          |
| 1955            | 12.4                     | 14.4           | 15.7              |
| 1954            | 11.3                     | 15.3           | 12.0              |
| 1953            | 14.2                     | 11.9           | 13.5              |
| 1952            | 13.8                     | 10.6           | 11.6              |
| 1951            | 14.2                     | 14.9           | 8.8               |
| 1950            | 11.9                     | 13.8           | 11.7              |
| 1949            | 14.9                     | 19.7           | 12.7 <sup>1</sup> |
| 1948            | 15.8                     | 19.1           | 6.5 <sup>1</sup>  |
| 1947            | 16.2                     | 10.6           | 15.5 <sup>1</sup> |
| 1946            | 16.1                     | 8.0            | 15.7 <sup>1</sup> |
| 10-year average | 14.1                     | 13.8           | 12.4              |

<sup>1</sup> Based on less than 10 sets

<sup>1</sup> Basado en menos de 10 caladas



TABLE 9. Frequency distribution of catches of individual sets, by species composition, for the eight principal areas.

TABLA 9. Distribución de las frecuencias de los montos de pesca por calada, según la composición por especies, en cada una de las ocho áreas principales.

| Tons | 25-110-B       |               |       | 25-110-A       |               |       | 20-110         |               |       | 20-105         |               |       | 15-110         |               |       | 05-085         |               |       | 05-080         |               |       | S-05-080       |               |       | Total of 8 areas |  |  |
|------|----------------|---------------|-------|----------------|---------------|-------|----------------|---------------|-------|----------------|---------------|-------|----------------|---------------|-------|----------------|---------------|-------|----------------|---------------|-------|----------------|---------------|-------|------------------|--|--|
|      | Pure Yellowfin | Pure Skipjack | Mixed | Pure Yellowfin | Pure Skipjack | Mixed | Pure Yellowfin | Pure Skipjack | Mixed | Pure Yellowfin | Pure Skipjack | Mixed | Pure Yellowfin | Pure Skipjack | Mixed | Pure Yellowfin | Pure Skipjack | Mixed | Pure Yellowfin | Pure Skipjack | Mixed | Pure Yellowfin | Pure Skipjack | Mixed |                  |  |  |
|      |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                  |  |  |
|      |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                  |  |  |
|      |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                  |  |  |
|      |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                  |  |  |
|      |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                  |  |  |
|      |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                  |  |  |
|      |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                  |  |  |
|      |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                  |  |  |
|      |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                  |  |  |
|      |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                  |  |  |
|      |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                  |  |  |
|      |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                  |  |  |
|      |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                  |  |  |
|      |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                  |  |  |
|      |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                  |  |  |
|      |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                  |  |  |
|      |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                  |  |  |
|      |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                  |  |  |
|      |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                  |  |  |
|      |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                  |  |  |
|      |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                  |  |  |
|      |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                  |  |  |
|      |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                  |  |  |
|      |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                  |  |  |
|      |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                  |  |  |
|      |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                  |  |  |
|      |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                  |  |  |
|      |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                  |  |  |
|      |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                  |  |  |
|      |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                  |  |  |
|      |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                  |  |  |
|      |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                  |  |  |
|      |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                  |  |  |
|      |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                  |  |  |
|      |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                  |  |  |
|      |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                  |  |  |
|      |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                  |  |  |
|      |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                  |  |  |
|      |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                  |  |  |
|      |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                  |  |  |
|      |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                  |  |  |
|      |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                  |  |  |
|      |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                  |  |  |
|      |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                  |  |  |
|      |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                  |  |  |
|      |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                  |  |  |
|      |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                  |  |  |
|      |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                  |  |  |
|      |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                  |  |  |
|      |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                  |  |  |

TABLE 9. Continued

## SCHOOLING HABITS OF TUNAS

111

| Tons   | 25-110-B       |               |       | 25-110-A       |                   |       | 20-110         |               |       | 20-105         |               |       | 15-110         |               |                   | 05-085         |               |       | 05-080         |               |       | S-05-080       |               |       | Total of 8 areas |               |       |
|--------|----------------|---------------|-------|----------------|-------------------|-------|----------------|---------------|-------|----------------|---------------|-------|----------------|---------------|-------------------|----------------|---------------|-------|----------------|---------------|-------|----------------|---------------|-------|------------------|---------------|-------|
|        | Pure Yellowfin | Pure Skipjack | Mixed | Pure Yellowfin | Pure Skipjack     | Mixed | Pure Yellowfin | Pure Skipjack | Mixed | Pure Yellowfin | Pure Skipjack | Mixed | Pure Yellowfin | Pure Skipjack | Mixed             | Pure Yellowfin | Pure Skipjack | Mixed | Pure Yellowfin | Pure Skipjack | Mixed | Pure Yellowfin | Pure Skipjack | Mixed | Pure Yellowfin   | Pure Skipjack | Mixed |
| Ton.   | 18             | 50            | 11    | 11             | Less than 10 sets | 16    | 20             | 10            | 57    | 11             | 3             | 16    | 3              | 4             | Less than 10 sets | 22             | 13            | 8     | 129            | 97            | 36    | 13             | 16            | 8     | 129              | 97            | 36    |
|        | 12             | 27            | 17    | 14             | 10 sets           | 20    | 13             | 11            | 62    | 4              | 2             | 12    | 16             | 3             | 10 sets           | 10             | 16            | 15    | 116            | 60            | 48    | 16             | 15            | 15    | 116              | 60            | 48    |
|        | 11             | 10            | 14    |                |                   | 16    | 3              | 11            | 44    | 3              | 6             | 6     | 1              | 1             |                   | 7              | 16            | 4     | 84             | 33            | 35    | 16             | 4             | 4     | 84               | 33            | 35    |
|        | 8              | 8             | 6     |                |                   | 12    | 5              | 5             | 23    |                | 4             | 2     |                |               |                   | 8              | 16            | 6     | 53             | 29            | 22    | 16             | 6             | 6     | 53               | 29            | 22    |
|        | 20.0-24.9      |               | 2     |                |                   | 3     | 1              | 2             | 13    |                | 1             | 1     | 2              | 2             |                   | 1              | 14            | 2     | 25             | 15            | 10    | 14             | 2             | 2     | 25               | 15            | 10    |
|        | 25.0-29.9      |               | 5     |                |                   | 1     | 1              |               | 9     |                | 3             | 2     | 2              | 2             |                   | 1              | 14            |       | 16             | 16            | 12    | 14             |               |       | 16               | 16            | 12    |
|        | 30.0-34.9      |               | 3     |                |                   | 6     | 6              |               | 7     |                | 1             | 2     | 1              | 1             |                   | 1              | 11            | 2     | 20             | 14            | 6     | 11             | 2             |       | 20               | 14            | 6     |
|        | 35.0-39.9      |               | 1     |                |                   | 2     |                |               | 4     | 1              |               |       |                |               |                   | 2              | 8             |       | 7              | 8             | 3     | 8              |               |       | 7                | 8             | 3     |
|        | 40.0-44.9      |               |       |                |                   |       |                |               | 4     |                |               |       |                |               |                   |                | 4             |       | 9              | 4             |       | 4              |               |       | 9                | 4             |       |
|        | 45.0-49.9      |               |       |                |                   |       |                |               | 1     |                |               |       |                |               |                   |                | 4             |       | 1              | 4             |       | 4              |               |       | 1                | 4             |       |
|        | 50.0-54.9      |               |       |                |                   |       |                |               | 1     |                |               |       | 1              | 1             |                   |                | 5             |       | 1              | 1             |       | 5              |               |       | 1                | 1             |       |
|        | 55.0-59.9      |               |       |                |                   |       |                |               |       |                |               |       |                |               |                   |                | 2             |       | 2              | 3             |       | 2              |               |       | 2                | 3             |       |
|        | 60.0-64.9      |               |       |                |                   |       |                |               | 1     |                |               |       |                |               |                   |                | 1             |       | 3              | 2             |       | 1              |               |       | 3                | 2             |       |
|        | 65.0-69.9      |               |       |                |                   |       |                |               |       |                |               |       |                |               |                   |                |               |       | 2              | 1             |       |                |               |       | 2                | 1             |       |
|        | 70.0-74.9      |               |       |                |                   |       |                |               |       |                |               |       |                |               |                   |                |               |       | 1              |               |       |                |               |       | 1                |               |       |
|        | 75.0-79.9      |               |       |                |                   |       |                |               |       |                |               |       |                |               |                   |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                  |               |       |
|        | 80.0-84.9      |               |       |                |                   |       |                |               |       |                |               |       |                |               |                   |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                  |               |       |
|        | 85.0-89.9      |               |       |                |                   |       |                |               |       |                |               |       |                |               |                   |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                  |               |       |
|        | 90.0-94.9      |               |       |                |                   |       |                |               |       |                |               |       |                |               |                   |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                  |               |       |
|        | 95.0-99.9      |               |       |                |                   |       |                |               |       |                |               |       |                |               |                   |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                  |               |       |
|        | 100.0-104.9    |               |       |                |                   |       |                |               |       |                |               |       |                |               |                   |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                  |               |       |
|        | 130.0-134.9    |               |       |                |                   |       |                |               |       |                |               |       |                |               |                   |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                  |               |       |
| Totals | 68             | 97            | 59    |                |                   | 77    | 42             | 42            | 226   | 18             | 20            | 39    | 9              | 14            |                   | 53             | 133           | 37    | 463            | 299           | 172   |                |               |       | 463              | 299           | 172   |





TABLE 9. Continued

| Tons        | 25-110-B       |               |       | 25-110-A       |               |       | 20-110         |               |       | 20-105         |               |       | 15-110         |               |       | 05-085         |               |       | 05-080         |               |       | S-05-080       |               |       | Total of 8 areas |  |  |
|-------------|----------------|---------------|-------|----------------|---------------|-------|----------------|---------------|-------|----------------|---------------|-------|----------------|---------------|-------|----------------|---------------|-------|----------------|---------------|-------|----------------|---------------|-------|------------------|--|--|
|             | Pure Yellowfin | Pure Skipjack | Mixed | Pure Yellowfin | Pure Skipjack | Mixed | Pure Yellowfin | Pure Skipjack | Mixed | Pure Yellowfin | Pure Skipjack | Mixed | Pure Yellowfin | Pure Skipjack | Mixed | Pure Yellowfin | Pure Skipjack | Mixed | Pure Yellowfin | Pure Skipjack | Mixed | Pure Yellowfin | Pure Skipjack | Mixed |                  |  |  |
|             | 1952           |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                  |  |  |
| 1/4-4.9     | 47             | 42            | 35    | 1              | 1             | 1     | 4              | 1             | 5     | 76             | 15            | 10    | 3              | 5             | 11    | 2              | 10            | 2     | 3              | 9             | 1     | 170            | 72            | 57    |                  |  |  |
| 5.0-9.9     | 30             | 31            | 36    | 2              | 2             | 2     | 2              | 2             | 2     | 60             | 17            | 7     | 12             | 4             | 7     | 5              | 5             | 7     | 1              | 7             | 59    | 54             | 54            |       |                  |  |  |
| 10.0-14.9   | 19             | 12            | 26    | 2              | 2             | 1     | 1              | 1             | 1     | 51             | 7             | 7     | 7              | 3             | 3     | 9              | 9             | 1     | 1              | 1             | 94    | 24             | 42            |       |                  |  |  |
| 15.0-19.9   | 9              | 10            | 6     | 1              | 1             | 1     | 2              | 2             | 2     | 27             | 4             | 4     | 2              | 2             | 4     | 2              | 2             | 1     | 1              | 3             | 51    | 19             | 12            |       |                  |  |  |
| 20.0-24.9   | 6              | 5             | 18    | 1              | 1             | 1     | 1              | 1             | 2     | 20             | 2             | 3     | 1              | 5             | 5     | 1              | 1             | 2     | 2              | 8             | 34    | 8              | 29            |       |                  |  |  |
| 25.0-29.9   | 1              | 9             | 2     | 2              | 2             | 2     | 2              | 2             | 2     | 20             | 2             | 3     | 1              | 3             | 1     | 1              | 5             | 1     | 2              | 2             | 30    | 13             | 10            |       |                  |  |  |
| 30.0-34.9   | 3              | 2             | 2     | 2              | 2             | 1     | 1              | 1             | 1     | 10             | 1             | 1     | 1              | 1             | 1     | 3              | 1             | 2     | 2              | 1             | 16    | 5              | 5             |       |                  |  |  |
| 35.0-39.9   | 2              | 1             | 1     | 1              | 1             | 1     | 1              | 1             | 1     | 6              | 2             | 1     | 1              | 1             | 1     | 1              | 1             | 1     | 1              | 1             | 12    | 3              | 2             |       |                  |  |  |
| 40.0-44.9   | 1              | 1             | 1     | 1              | 1             | 1     | 1              | 1             | 1     | 13             | 1             | 1     | 1              | 1             | 1     | 1              | 1             | 1     | 1              | 1             | 17    | 3              | 4             |       |                  |  |  |
| 45.0-49.9   |                |               |       |                |               |       |                |               |       | 3              | 3             |       |                |               |       |                |               |       |                |               | 4     | 4              | 1             |       |                  |  |  |
| 50.0-54.9   |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                  |  |  |
| 55.0-59.9   |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                  |  |  |
| 60.0-64.9   |                |               |       |                |               |       |                |               |       | 4              | 1             |       |                |               |       |                |               |       |                |               | 5     | 1              |               |       |                  |  |  |
| 65.0-69.9   |                |               |       |                |               |       |                |               |       | 1              |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               | 2     |                |               |       |                  |  |  |
| 70.0-74.9   |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                  |  |  |
| 75.0-79.9   |                |               |       |                |               |       |                |               |       | 2              |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               | 2     |                |               |       |                  |  |  |
| 80.0-84.9   |                |               |       |                |               |       |                |               |       | 1              |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               | 1     |                |               |       |                  |  |  |
| 85.0-89.9   |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                  |  |  |
| 90.0-94.9   |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                  |  |  |
| 95.0-99.9   |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                  |  |  |
| 100.0-104.9 |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                  |  |  |
| 105.0-109.9 |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                  |  |  |
| 110.0-114.9 |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                  |  |  |
| 115.0-119.9 |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                |               |       |                  |  |  |
| Totals      | 118            | 112           | 128   | 13             | 3             | 7     | 5              | 13            | 297   | 52             | 35            | 51    | 11             | 27            | 33    | 5              | 37            | 2     | 4              | 7             | 26    | 1              | 563           | 208   | 216              |  |  |

**HABITOS GREGARIOS DEL ATUN ALETA AMARILLA  
(*NEOTHUNNUS MACROPTERUS*) Y DEL BARRILETE (*KATSUWONUS  
PELAMIS*) EN EL OCEANO PACIFICO ORIENTAL, SEGUN LOS  
REGISTROS DE PESCA CON REDES DE ENCIERRE, 1946-1955.**

por

**Craig J. Orange, Milner B. Schaefer y Fred M. Larmie**

**INTRODUCCION**

La pesquería de atún en la zona tropical del Océano Pacífico Oriental está mantenida por dos especies: el atún aleta amarilla (*Neothunnus macropterus*) y el barrilete (*Katsuwonus pelamis*), que se presentan en cantidades comercialmente importantes desde Baja California hasta el Perú. Aunque la distribución de las concentraciones comerciales de las dos especies ofrece diferencias estacionales y geográficas, por lo general se las puede encontrar en las mismas áreas y estaciones del año. Los desembarques de las pescas efectuadas en un solo viaje, por una embarcación dedicada a la pesca comercial, consisten de ordinario en una mezcla de las dos especies y, a menudo, la pesca de un día incluye cantidades apreciables de una y otra. A juzgar por los informes de los pescadores y por las observaciones hechas por hombres de ciencia a bordo de embarcaciones comerciales, parece que no es extraordinario encontrar cardúmenes integrados por las dos especies.

El grado de asociación de estas dos especies de atún tropical, esto es, la medida hasta donde los cardúmenes individuales tienden a estar compuestos por una sola especie, reviste considerable interés, no sólo en lo que atañe a la comprensión de las tendencias en el comportamiento de estos peces pelágicos, sino también en cuanto al establecimiento de reglamentaciones prácticas en la pesca cuando llegaren a ser necesarias. Parece que el atún aleta amarilla está siendo objeto de una pesca cuya intensidad se aproxima más al nivel del máximo rendimiento sostenible, que la que se realiza para la obtención del barrilete (Shimada y Schaefer, 1956). Por lo tanto, puede ser que resulte necesario formular recomendaciones para limitar la pesca del atún aleta amarilla sin restringir la del barrilete.

Otro asunto de interés es el relativo al tamaño de los cardúmenes que tienden a formar estos atunes tropicales.

Estos aspectos de los hábitos gregarios de los atunes aleta amarilla y barrilete pueden ser investigados a base de los registros de bitácora en que se anotan las pescas resultantes de cada una de las operaciones con la red de encierre que realizan los barcos rederos. Para ambos propósitos

hay que suponer que las operaciones se efectúan, en cada caso, en un cardumen independiente. El estudio de los tamaños de los cardúmenes o manchas, a base de estos datos, requiere una suposición adicional: que el cardumen entero es capturado o, en su defecto, que en cada operación con la red se pesca una fracción constante de la mancha objeto de la pesca.

En el presente artículo damos cuenta de los resultados de dichas investigaciones basadas en los registros de bitácora que lleva la flota de embarcaciones que utilizan redes de encierre. Hacemos pública nuestra gratitud a los patrones y pescadores de dichas embarcaciones por llevar tales registros y haber puesto a nuestra disposición los records detallados que han hecho posible este estudio.

### FUENTE DE LOS DATOS Y SU COMPILACION

El método de pesca de atún con redes de encierre ha sido muy bien descrito por Scofield (1951). En lo esencial, consiste en rodear la mancha de atún con una red que se mantiene extendida en posición vertical mediante el efecto combinado de flotadores adosados al borde superior de la red, y de pedazos de plomo o cadena de acero colocados cerca del borde inferior de la misma. A lo largo del borde inferior de la pared de tejido se encuentra un cable que corre por una serie de argollas metálicas. Este cable, que actúa como el cordón con que se ajusta la boca de una bolsa de mano, permite cerrar la red inferiormente, quedando de ese modo embolsados todos los peces. A cada operación completa, consistente en colocar la red alrededor del cardumen, cerrarla por debajo, y trasladar a bordo de la embarcación los atunes capturados, llamaremos "calada" y a la maniobra, "calar" la red.

#### Registros en los cuadernos de bitácora

En 1952, el personal de la Comisión del Atún inició un sistema de recolectar datos, mediante el uso de los registros de bitácora de los patrones de las embarcaciones que usan redes de encierre y que operan con base en los puertos de California. La Comisión proporciona a cada embarcación un cuaderno de bitácora diseñado para el conveniente registro de los resultados de cada calada. En la Figura 1 aparece una página de dicho cuaderno de bitácora. Este pasa a ser propiedad del patrón de la embarcación; los miembros de la Comisión copian los registros de pesca cuando los barcos han vuelto al puerto, para someter estos datos a tabulaciones y análisis de varias clases.

Antes de 1952, algunos patrones ya tenían sus propios cuadernos de bitácora, y muchos de ellos habían llevado un registro de los resultados de las caladas individuales de sus redes. Estos registros también fueron compilados, obteniéndose así una cantidad de datos útiles que se remontan hasta 1946, aunque, claro está, los datos desde 1946 hasta 1951 corresponden a una menor proporción de la flota pesquera que en los años subsiguientes.



La excelente cooperación de los patrones en el mantenimiento de los registros desde 1952, y los datos comparables de años anteriores, se ilustran en la Tabla 1. En la columna 5 de esta tabla se muestra, por cada año, el tonelaje total de los atunes tropicales desembarcados por las embarcaciones rederas en los puertos de California, según los registros estadísticos de la Comisión del Atún. Esto constituye el grueso de las pescas con redes de encierre en cada año, aunque a partir de 1951 se comenzaron a desembarcar además, en algunos puertos de América Latina, pequeñas cantidades que eran luego re-embarcadas con destino a California para ser enlatadas. En la columna 3 se indica, por cada año, el tonelaje total registrado en los cuadernos de bitácora que fueron puestos a nuestra disposición para su estudio. Puede verse como, a partir de 1952, una buena proporción de la pesca total de las embarcaciones rederas fué incluida en los registros de los cuadernos de bitácora. Estos registros involucran algunas de las pescas desembarcadas fuera de California y no incluidas en la columna 5, hecho que explica el que la cantidad registrada en 1954 sea ligeramente mayor que la computada a base de los desembarques en California.

No ha sido posible usar todos los datos de los registros de bitácora en el presente análisis; solamente se han usado los datos que se ajustaron a las siguientes condiciones:

- (1) El tonelaje total registrado en el viaje estuvo de acuerdo, dentro del 25 por ciento, con el peso de la pesca desembarcada. Los viajes en que esta condición no se satisfizo, no fueron tomados en cuenta.
- (2) La pesca fué registrada para cada calada de la red, por separado. Ocasionalmente, el producto de la pesca de varias caladas fué registrado en globo, en cuyo caso los datos no fueron usados.
- (3) El registro correspondiente a una calada indicaba claramente si la pesca estuvo compuesta únicamente por una especie o por una mezcla de ambas. No se usaron los datos que carecían de esta información.
- (4) La pesca correspondiente a una calada era mayor de  $\frac{1}{4}$  de tonelada. Con frecuencia ocurre que la calada no produce pesca alguna, a causa de que los peces se escapan de la red. Para nuestros propósitos toda pesca menor de  $\frac{1}{4}$  de tonelada fué considerada como cero, y tales pescas no han sido incluidas en nuestros estudios.

En la columna 2 de la Tabla 1 se muestra, por cada año, el tonelaje total que de las pescas registradas fué necesario descartar porque los datos no se ajustaban a las condiciones antes apuntadas. En la columna 4 ésto se indica como un porcentaje del tonelaje total registrado.

Al anotar las pescas procedentes de cardúmenes compuestos de las dos especies, los patrones a veces registraron los pesos estimados de cada

especie, mientras que otras veces sólo consignaron el peso total de la pesca, anotando que correspondía a una mezcla de las dos especies. Por lo tanto, hemos tabulado las caladas, y las pescas resultantes, dividiéndolas en cuatro categorías (Tabla 2): (1) Atún aleta amarilla puro, (2) barrilete puro, (3) mezcla de atún aleta amarilla y barrilete, cardúmenes de composición conocida, y (4) mezcla de atún aleta amarilla y barrilete, cardúmenes de composición desconocida. La última categoría constituyó una proporción bastante grande de los cardúmenes integrados por ambas especies hasta 1951, vale decir, hasta que la Comisión introdujera su sistema de registro. Posteriormente a 1951, cuando se alertó a los patronos para que llevaran registros detallados, esta categoría decreció en magnitud, y hacia 1955 ya se consignaban, prácticamente para todas las caladas, el tonelaje de las pescas por especies.

Debiera indicarse que los "cardúmenes de una sola especie," para los cuales las pescas fueron registradas como si hubieran estado compuestas por una sola especie, pueden en realidad haber contenido, algunas veces, una pequeña cantidad de la otra especie. Cuando solamente se pescaban unos pocos cientos de libras de una especie junto con varias toneladas de la otra, los patronos registraban algunas veces la pesca como si procediera de un cardumen constituido únicamente por la especie predominante. Según esto, los cardúmenes de una sola especie no fueron siempre absolutamente "puros," pero pueden ser considerados como tales para fines prácticos.

Ocasionalmente, hacia el fin de un viaje, una embarcación puede hacer una calada que pesque una cantidad mayor que la que es posible almacenar en el espacio sobrante. En tales casos, el patrón generalmente cede la pesca en exceso a otra embarcación. Cuando esto ocurrió se usaron los registros de la embarcación receptora, y no los de la que efectuó la pesca, para completar la estimación de la pesca del cardumen, porque parece lógico suponer que el patrón de la embarcación receptora estaba en mejores condiciones de apreciar el monto de dicha transferencia, por el espacio que ocupó en sus cámaras, que el patrón de la embarcación que realizó la pesca, por el pescado remanente en su red.

### **Sistema estadístico de las áreas de pesca**

Los datos que fué posible utilizar en el presente estudio fueron tabulados de acuerdo con el sistema de las áreas estadísticas mayores de la Comisión (Shimada y Schaefer, 1956), las cuales son áreas limitadas por las líneas de latitud y longitud divisibles por cinco. Estas áreas, que cubren cinco grados en cada división, excepto donde el continente forma parte del límite, son designadas en cada caso por la latitud y longitud del ángulo sureste. Las áreas estadísticas en las cuales se efectuaron las pescas analizadas en este estudio, aparecen en la Figura 2. Puede advertirse que el Area 25-110 está subdividida para indicar en forma separada las aguas del Golfo de California y las del Océano Pacífico propiamente dicho.

En la Tabla 3 se indican, por cada año y área estadística, el número de caladas que se ajustaron a las condiciones de utilización establecidas para el presente estudio, y los correspondientes tonelajes de atunes pescados. El grueso de las pescas en la mayor parte de los años proviene de las ocho áreas sombreadas en la Figura 2. Cinco de estas ocho áreas constituyen la región de pesca más antigua: en el Golfo de California (25-110-A, 20-105), frente a Baja California (25-110-B, 20-110), y cerca a las Islas Revilla Gigedo (15-110). Las dos áreas importantes frente a las costas de América Central (05-085, 05-080), han sido frecuentadas por las embarcaciones rederas desde el fin de la Segunda Guerra Mundial, al paso que el área (S-05-080) frente al Golfo de Guayaquil fué explotada por vez primera en 1951, por el mismo tipo de embarcaciones.

### COMPOSICION DE LOS CARDUMENES POR ESPECIES

El grado de asociación de las dos especies de atún tropical puede ser examinado a base del número de caladas que produjeron pescas de una sola especie y del número de las que produjeron mezclas de las dos especies. También se puede determinar el tonelaje proveniente de las diferentes clases de cardúmenes. Las tabulaciones básicas con este objeto aparecen en la Tabla 2.

#### Promedios anuales para todas las áreas

Los porcentajes del total de caladas registradas que produjeron solamente atunes aleta amarilla, o únicamente barriletes, o una mezcla de las dos especies, han sido calculados de la Tabla 2 por cada año y se muestran en la Figura 3. La última categoría ha sido subdividida para indicar los porcentajes de las caladas en cardúmenes compuestos de ambas especies respecto de las cuales se registró la proporción entre una y otra especie, y los de aquéllas sobre las que no se consignó esta información. Además hemos indicado, mediante barras incompletas, las sumas de los porcentajes de las caladas que dieron puros atunes aleta amarilla y puros barriletes; esto es, el porcentaje anual de las caladas que produjeron pescas correspondientes a cardúmenes puros de una u otra especie. También se indica el número total de caladas respecto de las cuales se calcularon los porcentajes anuales.

Se puede ver en esta figura que, del total de caladas hechas en un año, por lo menos el 79 por ciento, y en muchos años más del 90 por ciento, resultó de pescas puras de una u otra especie.

En forma similar, de los totales anuales de la Tabla 2, hemos preparado la Figura 4 que muestra, por cada año, la distribución del tonelaje total registrado entre las siguientes categorías: atún aleta amarilla proveniente de cardúmenes puros, barrilete de cardúmenes puros, atún aleta amarilla de cardúmenes compuestos de ambas especies, barrilete de cardúmenes integrados por las dos especies, y el porcentaje restante correspondiente a



peces provenientes de cardúmenes mezclados de los cuales no se registraron los pesos de las especies por separado. De nuevo se indica, por cada año, por medio de barras incompletas, la suma de los porcentajes de toneladas provenientes de cardúmenes puros de una u otra especie.

Nótese como más del 80 por ciento de la pesca anual procede de cardúmenes puros, y algunas veces más del 90 por ciento.

Es también de interés determinar, por cada año, la pesca de cada especie que provino de cardúmenes puros, como porcentaje del total de la pesca de aquella especie. Para hacer esto hubo que suponer que las dos especies se presentaban en la misma proporción en los cardúmenes mezclados de los cuales no se registraron los pesos de cada especie, como en los casos en que sí se anotó esta información. Como quiera que antes de 1952 muchas de las pescas procedentes de cardúmenes mezclados no fueron registradas por especies, la composición general de los cardúmenes mezclados no pudo ser estimada satisfactoriamente por estos años. Sin embargo, de 1952 a 1955 fué anotada la composición de la mayor parte de las pescas registradas como provenientes de cardúmenes mezclados, y ésto nos permitió estimar el total de la pesca de cada clase en todos los casos en que las pescas se hicieron en manchas compuestas por ambas especies. En consecuencia, por los años 1952-1955, hemos computado el porcentaje del tonelaje total pescado de cada especie que procedió de los cardúmenes puros de una u otra especie. Los resultados se muestran en la Tabla 4.

Se desprende de esta tabla que, por lo menos durante estos cuatro años, el porcentaje de atún aleta amarilla proveniente de cardúmenes puros fué, en promedio, ligeramente mayor que el porcentaje de barrilete procedente de cardúmenes igualmente puros, pero que más del 80 por ciento de la pesca del primero y por lo menos el 72 por ciento de la pesca del segundo en cada año procedieron de cardúmenes no mezclados.

### Variaciones anuales y geográficas

Aunque el porcentaje de las pescas efectuadas en cardúmenes de una sola especie permanece alto en todos los años considerados, se desprende del examen de las Figuras 3 y 4, que hay una considerable variación, de un año a otro, en las proporciones relativas de las dos especies. Por ejemplo, en 1951 y en 1954, el barrilete constituyó cerca de la mitad del total, mientras que en otros años el atún aleta amarilla predominó notoriamente. Parte de esta variación de año a año parece imputable a los cambios en el promedio de la abundancia de las dos especies en toda la región en que se ejercita la pesca. Sin embargo, puede ser que buena parte de las variaciones obedezca a diferencias persistentes entre las áreas de pesca en lo que se refiere a la abundancia relativa de las dos especies, en conjunción con variaciones de año a año en la proporción de la pesca total procedente de las diferentes áreas. Por ejemplo, el Area 25-110-A, en el Golfo de California, produce casi siempre un gran promedio de atún aleta amarilla,

mientras que, en contraste, el Area S-05-080, frente al Golfo de Guayaquil, mantiene generalmente un alto predominio de barrilete en las pescas efectuadas por embarcaciones con redes de encierre.

Para analizar en mayor detalle las diferencias entre las áreas de pesca, y a fin de proveer una base que permita descubrir principios generales referentes a los hábitos gregarios de los atunes tropicales, hemos examinado los datos de cada una de las ocho principales áreas de pesca (sombreadas en la Figura 2), por los años 1952 a 1955, periodo en el cual contamos con suficientes datos para cada subdivisión. Las pescas en estas ocho áreas pueden considerarse como representativas de la pesquería con embarcaciones rederas en general, puesto que la mayor parte de esta pesca se efectúa en ellas según se demuestra por las siguientes comparaciones del total de toneladas registradas como provenientes de estas ocho áreas, con el total general producido de todas las áreas. (Estos son tonelajes "utilizables" correspondientes a la columna 1 de Tabla 1, en cada caso)

| Año  | Pesca en las 8 áreas | Pesca en todas las áreas |
|------|----------------------|--------------------------|
| 1952 | 11,932 toneladas     | 14,186 toneladas         |
| 1953 | 12,762 toneladas     | 14,104 toneladas         |
| 1954 | 11,591 toneladas     | 12,220 toneladas         |
| 1955 | 16,962 toneladas     | 17,777 toneladas         |

Por cada una de las ocho áreas, en cada uno de estos cuatro años, hemos computado los porcentajes de cardúmenes (caladas) compuestos por cada una de las especies tomadas independientemente, y los porcentajes de las manchas de especies mezcladas (Tabla 5). También hemos computado (Tabla 6), como porcentajes del tonelaje total, por cada año y área, las pescas provenientes de cardúmenes de puro atún aleta amarilla, las de manchas de puro barrilete, y las de cardúmenes de especies mezcladas. Esta última categoría ha sido luego subdividida en tres sub-categorías: atún aleta amarilla de cardúmenes mezclados, de los cuales se anotó su composición; barrilete de estos mismos cardúmenes; y pescas efectuadas en cardúmenes mezclados de los que no se anotó la composición. Estas son las mismas categorías en que se repartió la suma de todos los datos por cada año en las Figuras 3 y 4. Tales cálculos sólo se efectuaron por las áreas y los años en que se registraron por lo menos diez cardúmenes, porque se considera que un número menor no podría ser tomado como representativo. Los datos básicos que hicieron posible el cálculo de estos porcentajes aparecen en la Tabla 2.

Puede notarse primeramente que los porcentajes anuales computados de todos los datos de las ocho áreas principales, están muy cerca de los valores correspondientes a la totalidad de las áreas (últimas dos columnas de las Tablas 5 y 6), confirmando así nuevamente que las ocho áreas indicadas son realmente representativas de la pesquería en total.

También puede observarse que, por cada área y año, así como por los datos globales, el porcentaje de cardúmenes en cada categoría corresponde bastante bien con el porcentaje del tonelaje total que arrojó la categoría

respectiva. El grado de esta concordancia se ilustra en la Figura 5 para el caso de los cardúmenes puros. En esta figura hemos representado el tonelaje de atún aleta amarilla proveniente de cardúmenes puros como porcentaje del tonelaje total pescado en dichos cardúmenes, en función del porcentaje correspondiente al número de manchas de atún aleta amarilla calculado sobre el número total de cardúmenes puros, por cada área y año. Puede verse como los puntos coordinados se distribuyen con bastante uniformidad a ambos lados de la línea, lo que representa la equivalencia de los dos porcentajes. Puede inferirse de ésto que los cardúmenes puros de estas dos especies tienden a ser, en promedio, de tamaño equivalente. La cuestión del tamaño de los cardúmenes será objeto de un examen prolijo más adelante en este trabajo.

Las Tablas 5 y 6 ponen también en evidencia que existen diferencias regulares y persistentes en la abundancia relativa de las dos especies en las diferentes áreas.

El Area 25-110-A, que es la parte septentrional del Golfo de California, produce predominantemente atún aleta amarilla. En esta área no se registraron cardúmenes puros de barrilete en ninguno de los cuatro años, habiendo provenido de cardúmenes mezclados la escasa pesca que en ella se hizo de barrilete.

El Area 25-105, que incluye la parte meridional del Golfo de California y el sector costero de México hasta Cabo Corrientes, es similar al Area 25-110-A, ya que, como ésta, produce una cantidad mucho mayor de atún aleta amarilla. No obstante, en esta área, los barcos rederos encuentran un reducido porcentaje de manchas puras de barrilete, pero existe una proporción mayor de cardúmenes mezclados.

Las dos áreas (25-110-B y 20-110) que abarcan las aguas frente a Baja California, difieren de las áreas a que acabamos de referirnos, en que producen una cantidad mucho mayor de barrilete. En estas áreas, una considerable proporción de la pesca de ambas especies proviene de cardúmenes mezclados. También es digno de mencionarse que en estas dos áreas, la proporción de las dos especies y la incidencia de manchas puras y mezcladas, exhibe una marcada variación de un año a otro.

Las aguas de las inmediaciones de las Islas Revilla Gigedo, Area 15-110, producen un porcentaje persistentemente elevado de atún aleta amarilla de cardúmenes puros de dicha especie. También se obtiene en esta área una pesca moderada de barrilete, pero la proporción que de esta pesca se hace proveniente de cardúmenes puros es bastante variable en el curso de los años.

La mayor variabilidad anual, con respecto a la proporción de las pescas de atún aleta amarilla y barrilete con redes de embolse, es la que exhiben las Areas 05-085 y 05-080, frente a la América Central.

El Area S-05-080, frente al extremo septentrional de America del Sur,



incluyendo las inmediaciones de los bancos frente al Golfo de Guayaquil, proporciona todos los años, a las embarcaciones rederas, barrilete en cantidades francamente preponderantes. Esta es la única de las ocho áreas en que esta especie domina en forma constante entre los cardúmenes puros. Entre los cardúmenes mezclados la abundancia relativa se aproxima mucho más a la uniformidad, aunque todavía se puede advertir que el barrilete predomina, en promedio.

La Tabla 7 ha sido preparada para indicar, por cada año y área, la pesca de cada especie procedente de cardúmenes puros como porcentaje del total de la pesca de esta especie. Los valores correspondientes a los datos en conjunto de las ocho áreas seleccionadas, y a todas las áreas, se indican en los últimos dos renglones de esta tabla. Puede advertirse que existe una variación considerable de un área a otra y de un año al siguiente.

### **Algunas propiedades generales de la composición por especies**

Los datos de estas ocho áreas pueden también ser examinados para determinar si existen propiedades más o menos constantes y generalizadas en lo que se refiere a la composición de los cardúmenes por especies.

Podría esperarse que las proporciones relativas de los cardúmenes puros de las dos especies, en cualquier área y año, determinarían, dentro de ciertos límites, el grado de la incidencia de los cardúmenes mezclados. A fin de examinar este aspecto, hemos preparado la Figura 6 en la que, por cada año y área, se da el porcentaje de los cardúmenes mezclados (esto es, el porcentaje de las caladas que produjeron mezclas de las dos especies) en función del porcentaje de cardúmenes de atún aleta amarilla entre los cardúmenes puros (caladas que produjeron pescas de una sola especie). Se puede ver que cuando el porcentaje de cualquiera de las especies es alto con respecto a los cardúmenes puros, se encuentran, en promedio, menos cardúmenes mezclados. Los puntos situados hacia el extremo derecho del gráfico representan los casos en que todos los cardúmenes puros pescados fueron de atún aleta amarilla, aunque un promedio de cerca del 10 por ciento de los cardúmenes encontrados estuvieron constituidos por ambas especies. En general, a medida que la proporción de cardúmenes de atún aleta amarilla disminuye entre los cardúmenes puros, hay un aumento en la abundancia de cardúmenes compuestos por ambas especies. La frecuencia relativa de cardúmenes mezclados parece llegar al máximo cuando, en promedio, los cardúmenes puros están distribuidos en proporciones casi iguales entre las dos especies. Cuando el porcentaje de atún aleta amarilla entre los cardúmenes puros es muy bajo y, viceversa, cuando el porcentaje de cardúmenes de barrilete es alto, la frecuencia relativa de cardúmenes mezclados cae nuevamente a un nivel bajo. Aún cuando parece haber una tendencia general en todo esto, existe, no obstante, una considerable variabilidad y, de vez en cuando, se presentan casos que discrepan abiertamente con el promedio, tal como ocurrió, por ejemplo, en el Area 25-110-B (en

1955), en que no obstante haberse registrado el 96 por ciento de cardúmenes puros de atún aleta amarilla, el 53 por ciento de los cardúmenes de dicha área estuvieron integrados por ambas especies.

En la Figura 7 se examina esta misma relación a base del tonelaje pescado de los diferentes tipos de cardúmenes. En la abscisa se indican los porcentajes de atún aleta amarilla respecto del tonelaje total proveniente de cardúmenes puros, y en la ordenada se da el porcentaje de la pesca total que provino de cardúmenes mezclados. En cada uno de los años 1952 a 1955 y por cada una de las ocho áreas, se determinaron los respectivos puntos coordinados, notándose que su distribución, aunque algo más variable, es similar a la distribución de los puntos comparables de la Figura 6. La inspección de la Figura 7 muestra nuevamente que, en promedio, la pesca procedente de cardúmenes mezclados es máxima cuando la pesca que procede de cardúmenes puros se distribuye casi uniformemente entre las dos especies, y es más baja cuando la pesca proveniente de cardúmenes puros es predominantemente de una sola especie. La muy amplia variabilidad que se observa indica, no obstante, que además de la abundancia relativa de cardúmenes de una sola especie, otros factores importantes aún no identificados entran en juego en la determinación de la tendencia de estas especies a formar cardúmenes mezclados.

En la Figura 8, mostramos el porcentaje de atún aleta amarilla respecto del tonelaje total de la pesca proveniente de cardúmenes mezclados, en función del porcentaje de atún aleta amarilla calculado con referencia al tonelaje total procedente de cardúmenes puros. La línea de trazos que, con una inclinación de 45 grados, cruza diagonalmente la figura representa los puntos en que estos dos porcentajes se equiparan. La línea continua constituye la relación promedio (determinada mediante el cálculo de los semipromedios) entre las dos variables, ajustada a los puntos del gráfico que corresponde a los datos de cada una de las ocho áreas por cada uno de los años 1952 a 1955 inclusive. Un aspecto interesante de esta figura es que cuando las pescas de atún aleta amarilla y de barrilete procedentes de cardúmenes puros son casi iguales (en el gráfico exactamente el 58% de atún aleta amarilla), los porcentajes de pesca de una y otra especie correspondientes a los cardúmenes mezclados son iguales a los correspondientes porcentajes de las pescas efectuadas en cardúmenes puros. A medida que el atún aleta amarilla se presenta más abundante en las pescas provenientes de cardúmenes puros, la alícuota de dicha especie en las pescas practicadas en cardúmenes mezclados aumenta también, mas no proporcionalmente. A la inversa, por debajo del punto de equivalencia (donde las líneas se intersectan en el gráfico), el aumento en la abundancia relativa del barrilete entre los cardúmenes puros, corresponde a un incremento de la alícuota de esta especie en las pescas hechas en cardúmenes mezclados, aunque también esta vez, la proporción de este pez en los cardúmenes mezclados aumenta, en promedio, con menos celeridad que la proporción de la pesca de dicha especie en cardúmenes puros. Es de advertir que nuevamente hay una

más bien amplia dispersión de los puntos respecto de la relación promedio, y que el punto correspondiente al Area S-05-080 (por 1953) es bastante aberrante. Sin embargo, parece que se puede ver en todo esto la manifestación de algún fenómeno referente al comportamiento gregario entre las especies, cuyo estudio podría resultar fructífero más tarde.

### **MONTO DE LAS PESCAS EFECTUADAS EN CARDÚMENES INDEPENDIENTES**

Los datos de los cuadernos de bitácora son también de interés desde el punto de vista de lograr alguna concepción de los tamaños de los cardúmenes constituidos por los atunes tropicales. En efecto, a base de dichos datos se puede determinar la pesca promedio por calada, y la frecuencia con que se presentan las diferentes cantidades de pescas correspondientes a caladas independientes. Estos resultados podrían considerarse indicativos de los tamaños de los cardúmenes en que se efectuaron las operaciones con la red, si es que damos por sentado que: (1) Cada calada se hizo en un cardumen separado, y (2) La calada pescó todo el cardumen, o embolsó siempre una fracción constante del mismo. Además, las inferencias que se hagan respecto de la distribución del tamaño de los cardúmenes en el mar, han de aceptar la premisa adicional de que los cardúmenes en que se efectuaban las pescas son representativos del tamaño de todos los cardúmenes.

La suposición de que las caladas se hacen en cardúmenes independientes es razonable. La segunda suposición, en cambio, no queda completamente satisfecha, pues se sabe que no siempre se logra embolsar todo el cardumen, porque a menudo ocurre que parte de él logra evadir la red. Ocasionalmente, una cierta fracción del pescado embolsado escapa de la red por rasgaduras de ésta. Otras veces puede ocurrir que, hacia el fin de un viaje, una calada produzca más pescado que el que es posible almacenar en el espacio libre de las cámaras de la embarcación y, entonces, a no ser que haya en la vecindad otro barco que pueda recibir el pescado excedente, el que efectuó la pesca se verá obligado a devolverla al mar.

Por lo tanto, parece que, en promedio, el monto de la pesca por calada es menor que el peso total del cardumen respectivo. Además, parece probable que el grado de la pérdida en cardúmenes grandes es por lo general mayor que en cardúmenes pequeños, resultando de ello que el cálculo de la distribución de los tamaños aparentes de los cardúmenes se verá influido en favor de los cardúmenes pequeños.

No obstante lo dicho, se puede suponer que estos factores tienden a mantenerse constantes de un año a otro, y quizás también entre especies, de modo que la comparación de los tamaños aparentes de los cardúmenes será válida, aunque los valores absolutos no sean correctos.

#### **Pesca promedio por calada**

De los totales anuales de la Tabla 2, hemos computado el promedio de



pesca por calada por cada año y categoría de composición por especies, y los resultados se exponen en la Tabla 8.

Parecería desprenderse de las medias aritméticas de diez años que figuran en esta tabla que, en promedio, las pescas individuales efectuadas en cardúmenes puros de cada especie de atún tropical son, aproximadamente, de igual magnitud que las pescas realizadas en cardúmenes compuestos por ambas especies mezcladas.

La serie de valores correspondientes al atún aleta amarilla parece exhibir una tendencia a decrecer a lo largo de este período de 10 años. Ajustando, según el método del cuadrado medio, una línea de regresión a esta serie, hallamos que, en efecto, se nota una gradiente negativa en un grado mayor al que sería dable esperar por efecto del azar, puesto que la probabilidad de que tal gradiente negativa ocurra por puro azar es menor de uno por ciento. Una línea similar ajustada a los valores correspondientes a las caladas que produjeron puro barrilete tiene, por el contrario, una pendiente mínima que no difiere significativamente de cero. Además, se puede ver que la variabilidad de año a año en los promedios de las pescas efectuadas en cardúmenes de barrilete puro, es más bien mayor que la que corresponde a los cardúmenes constituidos únicamente por atún aleta amarilla.

La existencia de esta gradiente negativa en el tamaño relativo de los cardúmenes de atún aleta amarilla, y la ausencia de una gradiente similar en el caso de los cardúmenes de barrilete, es de interés en relación con la conclusión de Shimada y Schaefer (1956) de que la abundancia de atún aleta amarilla ha disminuído durante este período en el que, hablando en términos generales, la intensidad de la pesca ha estado incrementándose. Si ambos de estos resultados son ciertos (i.e. si existe una gradiente negativa en la abundancia y en el tamaño de los cardúmenes) puede inferirse que, a medida que esta especie va siendo menos abundante, se encuentran, en promedio, cardúmenes más pequeños y no solamente menos cardúmenes del mismo tamaño promedio.

Es de advertir que la expresión "tamaño del cardumen" alude al *peso* de los individuos que integran el cardumen, y no a su *número*.

### **Distribución de las frecuencias de los montos de pesca por calada**

La frecuencia relativa con que se presentan las pescas de diferentes tamaños, es posible que refleje la naturaleza de la distribución de las frecuencias de los tamaños de los cardúmenes.

Por lo tanto, en la Tabla 9 hemos tabulado por los años 1952 a 1955, y por cada una de las ocho áreas principales de pesca, los números de caladas que produjeron pescas comprendidas en cada intervalo de clase de a cinco toneladas, clasificadas además en categorías dependientes de su composición por especies. En esta misma tabla se indican las distribuciones



cumulativas en las ocho áreas por cada categoría de composición por especies durante cada año. Estas distribuciones cumulativas aparecen en la Figura 9, en la que el número anual de pescas en cada intervalo de clase de a cinco toneladas y por cada categoría de composición por especies, se muestra como porcentaje del número total de pescas de la correspondiente categoría de composición por especies durante el año.

Puede verse en la Tabla 9 y en la Figura 9 como las distribuciones están desplazadas característica y notoriamente hacia los montos de pesca menores. Tienen generalmente forma de "J," correspondiendo el mayor número de caladas al monto más pequeño o, con menos frecuencia, al tamaño menor siguiente de los intervalos de clase, decreciendo después la frecuencia de las caladas progresivamente, a medida que aumenta el tamaño de las pescas individuales.

Se desprende de la Figura 9, además, que las distribuciones de frecuencias relativas en los tamaños de las pescas de puro atún aleta amarilla, son muy similares a las de puro barrilete y a las dos especies. Igualmente se puede ver que (usando un término tomado de la física) el espectro de los tamaños de cardúmenes permanece sensiblemente igual, cualesquiera que sea la composición por especies.

Es digno de mencionar (como puede verse claramente en la Tabla 9) que las pescas más grandes, de 60 toneladas o más, procedieron sin excepción de cardúmenes puros. Sin embargo, podría suponerse que ello obedece únicamente a la aparición fortuita de estos grandes valores en las observaciones más numerosas de las pescas efectuadas en cardúmenes puros. Comparando los números observados de las pescas de 60 toneladas o más, procedentes de cardúmenes puros y de cardúmenes integrados por las dos especies, con los valores esperados, bajo la hipótesis de que las frecuencias esperadas en cada categoría son iguales y estimables a base de la suma de ambas categorías, hemos hallado, empleando la conocida prueba del Ji-cuadrado ( $\chi^2$ ), que los valores observados ocurrirían, como producto del azar, menos de una vez en cien. Por lo tanto, es una conclusión estadísticamente respaldada la de que las pescas más grandes se efectúan en cardúmenes integrados por una sola especie.

---

#### LITERATURE CITED — BIBLIOGRAFIA CITADA

Scofield, W. L.

- 1951 Purse seines and other roundhaul nets in California.  
Calif. Dept. Fish and Game, Fish Bull., No. 81, pp. 1-83.

Shimada, Bell M. and Milner B. Schaefer

- 1956 A study of changes in fishing effort, abundance, and yield for yellowfin and skipjack tuna in the Eastern Tropical Pacific Ocean.  
Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., Bull., Vol. I, No. 7, pp. 351-469.





